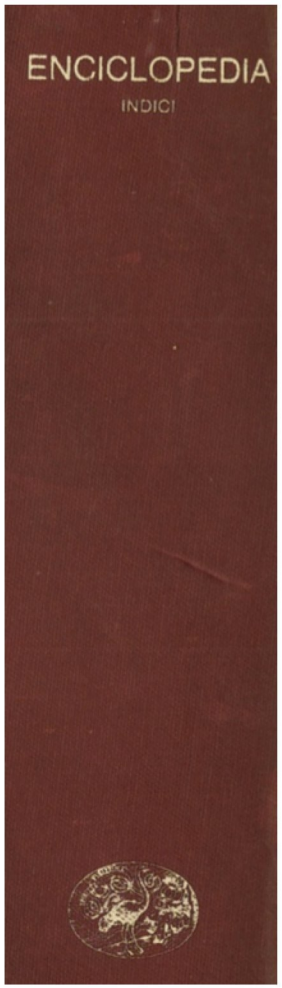


ENCICLOPEDIA EINAUDI [1982]

CERVELLO

Mauro Mancia - **CERVELLO** pag.4

Geoff S. Einon e Steven P. Rose - **CERVELLO** pag.13
Alain Delaunay - **COMPORTAMENTO E CONDIZIONAMENTO** pag.54
Luca Lamberti - **CONTROLLO SOCIALE** pag.84
Alain Delaunay - **EMOZIONE/MOTIVAZIONE** pag.93
Jerry Fodor - **MENTE** pag.110

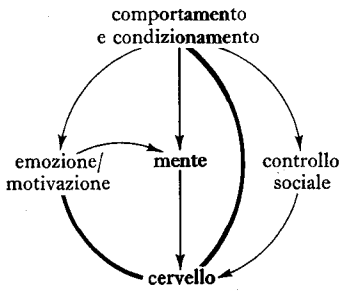
	anthropos	argomentazione	arti	calcolo	capitale	cervello	civiltà	classi	cognizione	combinatoria	comunicazione	concetto	conoscenza	corpo	creatività	cultura mat.
cervello	5	·	·	·	·	4	·	·	5	3	5	4	5	·	2	·
comportamento e condiz.	7	4	4	·	7	8	5	6	9	1	6	7	6	6	7	4
controllo sociale	·	·	3	·	8	3	3	6	·	3	5	·	2	·	2	2
emozione/motivazione	4	4	·	·	3	5	·	4	6	·	3	2	2	4	6	·
mente	7	·	·	·	·	3	·	·	4	2	6	·	5	·	4	2

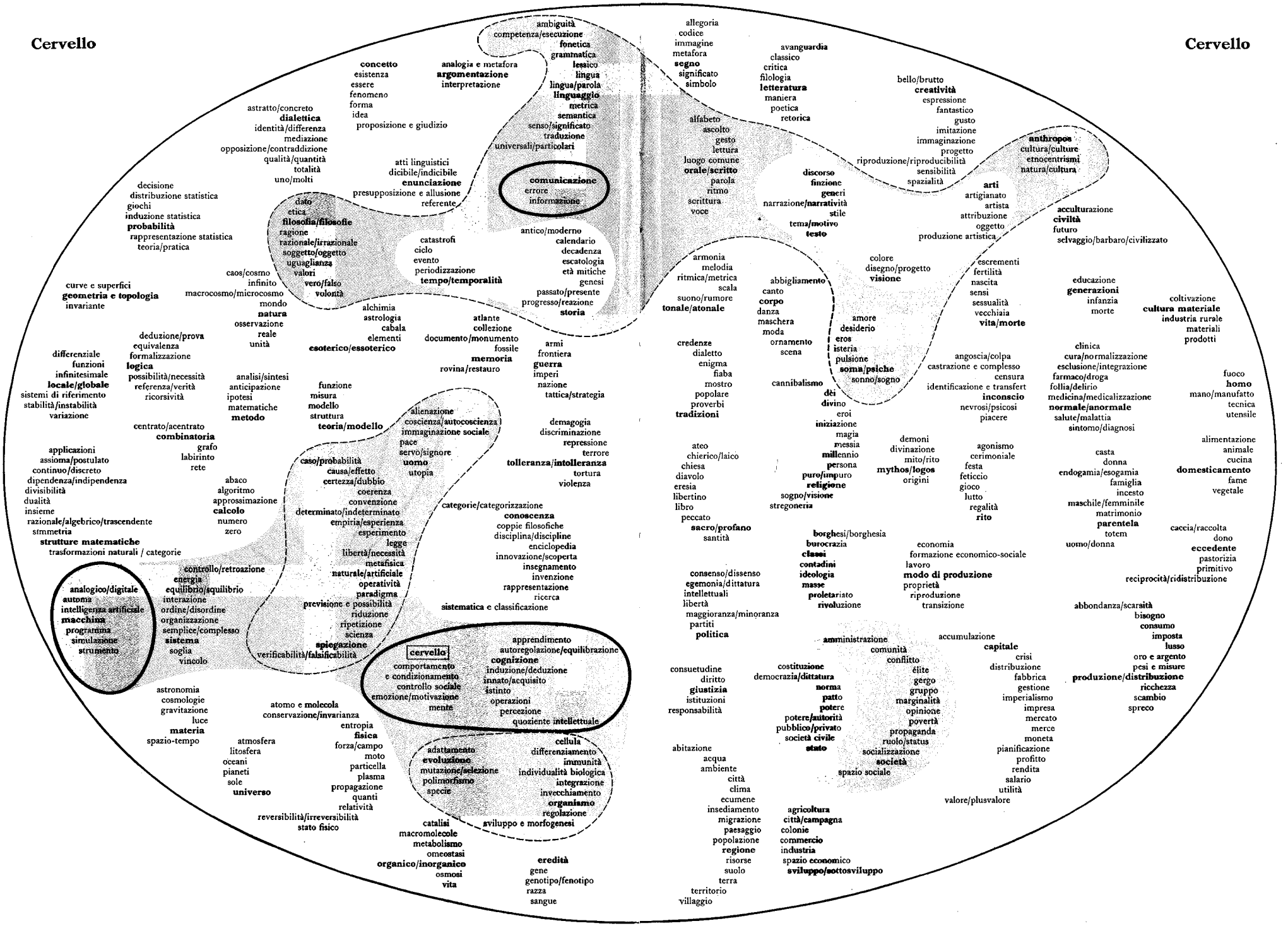
	memoria	metodo	modo di produz.	mythos/logos	natura	normale/anormale	orale/scritto	organico/inorgan.	organismo	parentela	politica	probabilità	produzione/distrib.	regione	religione	rito
cervello	3	2	·	·	·	3	4	5	6	·	2	·	·	·	·	2
comportamento e condiz.	6	3	·	4	5	7	6	4	6	5	4	7	7	8	6	8
controllo sociale	3	3	6	4	·	7	4	·	·	5	5	·	7	7	4	4
emozione/motivazione	4	·	·	·	3	2	4	3	1	4	·	3	2	4	2	6
mente	2	4	2	2	4	2	4	·	5	3	2	3	3	3	3	·

	comportamento e condiz.	cervello	emozione/motivazione	mente	controllo sociale
comportamento e condizionamento	·	6	6	6	2
cervello	3	·	3	·	·
emozione/motivazione	·	4	·	2	·
mente	·	3	·	·	·
controllo sociale	·	2	·	·	·

	dialettica	domesticam.	eccedente	enunciazione	eredità	esoterico/essoter.	evoluzione	filosofia/filosofie	fisica	generazioni	geometria e topol.	giustizia	guerra	homo	inconscio	letteratura	linguaggio	locale/globale	logica	macchina	materia
cervello	3	2	2	·	4	·	3	4	2	·	·	·	·	6	3	·	5	·	2	6	4
comportamento e condiz.	2	5	2	2	5	·	6	8	3	6	·	8	5	6	6	7	7	·	3	7	2
controllo sociale	4	3	5	·	5	3	2	6	·	3	·	5	4	4	7	4	·	3	·	5	·
emozione/motivazione	·	·	·	4	2	2	·	6	2	2	·	3	·	2	4	4	3	2	·	2	1
mente	5	·	·	·	4	2	3	5	4	·	·	3	·	2	5	·	6	2	6	5	5

	sacro/profano	segno	sistema	società	soma/psiche	spiegazione	stato	storia	strutture matem.	sviluppo/sottosvil.	tempo/temporalità	teoria/modello	testo	tolleranza/intoll.	tonale/atonale	tradizioni	universo	uomo	visione	vita/morte
cervello	2	2	·	3	4	5	·	·	4	·	2	4	2	·	·	·	2	5	·	·
comportamento e condiz.	7	7	8	9	6	8	7	4	5	4	6	5	5	3	2	7	3	6	3	6
controllo sociale	5	4	3	7	·	7	6	·	·	4	·	4	·	5	·	5	2	6	·	·
emozione/motivazione	5	5	2	6	6	5	5	2	·	·	·	·	5	2	·	2	·	4	·	2
mente	3	5	·	·	5	5	2	·	·	·	3	5	3	·	2	4	2	5	2	3




Cervello
Cervello
ambiguità
competenza/esecuzione
fonetica
grammatica
lessico
lingua
lingua/parola
linguaggio
metrica
semantica
senso/significato
traduzione
universali/particolari
concetto
esistenza
essere
fenomeno
forma
idea
proposizione e giudizio
analogia e metafora
argomentazione
interpretazione
astratto/concreto
dialettica
identità/differenza
mediazione
opposizione/contraddizione
qualità/quantità
totalità
uno/molti
atti linguistici
dicibile/indicibile
enunciazione
presupposizione e allusione
referente
comunicazione
errore
informazione
decisione
distribuzione statistica
giochi
induzione statistica
probabilità
rappresentazione statistica
teoria/pratica
dato
etica
filosofia/filosofie
ragione
razionale/irrazionale
soggetto/oggetto
uguaglianza
valori
vero/falso
volontà
caos/cosmo
infinito
macrocosmo/microcosmo
mondo
natura
osservazione
reale
unità
catastrofi
ciclo
evento
periodizzazione
tempo/temporalità
antico/moderno
calendario
decadenza
escatologia
età mitiche
genesi
passato/presente
progresso/reazione
storia
curve e superfici
geometria e topologia
invariante
alchimia
astrologia
cabala
elementi
esoterico/essoterico
atlante
collezione
documento/monumento
fossile
memoria
rovina/restauro
armi
frontiera
guerra
imperi
nazione
tattica/strategia
deduzione/prova
equivalenza
formalizzazione
logica
possibilità/necessità
referenza/verità
ricorsività
differenziale
funzioni
infinitesimale
locale/globale
sistemi di riferimento
stabilità/instabilità
variazione
analisi/sintesi
anticipazione
ipotesi
matematiche
metodo
funzione
misura
modello
struttura
teoria/modello
alienazione
coscienza/autocoscienza
immaginazione sociale
pace
servo/signore
uomo
utopia
demagogia
discriminazione
repressione
terrore
tolleranza/intolleranza
tortura
violenza
centrato/acentrato
combinatoria
grafo
labirinto
rete
applicazioni
assioma/postulato
continuo/discreto
dipendenza/indipendenza
divisibilità
dualità
insieme
razionale/algebrico/trascendente
simmetria
strutture matematiche
trasformazioni naturali / categorie
abaco
algoritmo
approssimazione
calcolo
numero
zero
caso/probabilità
causa/effetto
certezza/dubbio
coerenza
convenzione
determinato/indeterminato
empiria/esperienza
esperimento
legge
libertà/necessità
metafisica
naturale/artificiale
operatività
paradigma
previsione e possibilità
riduzione
ripetizione
scienza
spiegazione
verificabilità/falsificabilità
categorie/categorizzazione
conoscenza
coppie filosofiche
disciplina/discipline
enciclopedia
innovazione/scoperta
insegnamento
invenzione
rappresentazione
ricerca
sistematica e classificazione
controllo/retroazione
energia
equilibrio/squilibrio
interazione
ordine/disordine
organizzazione
semplice/complesso
sistema
soglia
vincolo
analogico/digitale
automa
intelligenza artificiale
macchina
programma
simulazione
strumento
cervello
comportamento
e condizionamento
controllo sociale
emozione/motivazione
mente
apprendimento
autoregolazione/equilibrazione
cognizione
induzione/deduzione
innato/acquisito
istinto
operazioni
percezione
quoziente intellettuale
astronomia
cosmologie
gravitazione
luce
materia
spazio-tempo
atomo e molecola
conservazione/invarianza
entropia
fisica
forza/campo
moto
particella
plasma
propagazione
quanti
relatività
atmosfera
litosfera
oceani
pianeti
sole
universo
reversibilità/irreversibilità
stato fisico
adattamento
evoluzione
mutazione/selezione
polimorfismo
specie
cellula
differenziamento
immunità
individualità biologica
integrazione
invecchiamento
organismo
regolazione
sviluppo e morfogenesi
catalisi
macromolecole
metabolismo
omeostasi
organico/inorganico
osmosi
vita
eredità
gene
genotipo/fenotipo
razza
sangue
allegoria
codice
immagine
metafora
segno
significato
simbolo
avanguardia
classico
critica
filologia
letteratura
maniera
poetica
retorica
bello/brutto
creatività
espressione
fantastico
gusto
imitazione
immaginazione
progetto
riproduzione/riproducibilità
sensibilità
spazialità
alfabeto
ascolto
gesto
lettura
luogo comune
orale/scritto
parola
ritmo
scrittura
voce
discorso
finzione
generi
narrazione/narratività
stile
tema/motivo
testo
anthropos
cultura/culture
etnocentrismi
natura/cultura
arti
artigianato
artista
attribuzione
oggetto
produzione artistica
acculturazione
civiltà
futuro
selvaggio/barbaro/civilizzato
armonia
melodia
ritmica/metrica
scala
suono/rumore
tonale/atonale
abbigliamento
canto
corpo
danza
maschera
moda
ornamento
scena
colore
disegno/progetto
visione
escrementi
fertilità
nascita
sensi
sessualità
vecchiaia
vita/morte
educazione
generazioni
infanzia
morte
coltivazione
cultura materiale
industria rurale
materiali
prodotti
amore
desiderio
eros
isteria
pulsione
soma/psiche
sonno/sogno
credenze
dialetto
enigma
fiaba
mostro
popolare
proverbi
tradizioni
cannibalismo
dèi
divino
eroi
iniziazione
magia
messia
millennio
persona
puro/impuro
religione
sogno/visione
stregoneria
angoscia/colpa
castrazione e complesso
censura
identificazione e transfert
inconscio
nevrosi/psicosi
piacere
clinica
cura/normalizzazione
esclusione/integrazione
farmaco/droga
follia/delirio
medicina/medicalizzazione
normale/anormale
salute/malattia
sintomo/diagnosi
fuoco
homo
mano/manufatto
tecnica
utensile
ateo
chierico/laico
chiesa
diavolo
eresia
libertino
libro
peccato
sacro/profano
santità
demoni
divinazione
mito/rito
mythos/logos
origini
agonismo
cerimoniale
festa
feticcio
gioco
lutto
regalità
rito
casta
donna
endogamia/esogamia
famiglia
incesto
maschile/femminile
matrimonio
parentela
totem
uomo/donna
alimentazione
animale
cucina
domesticamento
fame
vegetale
caccia/raccolta
dono
eccedente
pastorizia
primitivo
reciprocità/ridistribuzione
borghesi/borghesia
burocrazia
classi
contadini
ideologia
masse
proletariato
rivoluzione
economia
formazione economico-sociale
lavoro
modo di produzione
proprietà
riproduzione
transizione
consenso/dissenso
egemonia/dittatura
intellettuali
libertà
maggioranza/minoranza
partiti
politica
abbondanza/scarsità
bisogno
consumo
imposta
lusso
oro e argento
pesi e misure
produzione/distribuzione
ricchezza
scambio
spreco
amministrazione
comunità
conflitto
élite
gergo
gruppo
marginalità
opinione
povertà
propaganda
ruolo/status
socializzazione
società
spazio sociale
accumulazione
capitale
crisi
distribuzione
fabbrica
gestione
imperialismo
impresa
mercato
merce
moneta
pianificazione
profitto
rendita
salario
utilità
valore/plusvalore
consuetudine
diritto
giustizia
istituzioni
responsabilità
costituzione
democrazia/dittatura
norma
patto
potere
potere/autorità
pubblico/privato
società civile
stato
abitazione
acqua
ambiente
città
clima
ecumene
insediamento
migrazione
paesaggio
popolazione
regione
risorse
suolo
terra
territorio
villaggio
agricoltura
città/campagna
colonie
commercio
industria
spazio economico
sviluppo/sottosviluppo

Cervello

Cervello, Comportamento e condizionamento, Controllo sociale, Emozione/motivazione, Mente

1. *Considerazioni generali sulle funzioni del cervello.*

La maggior parte delle funzioni del sistema nervoso centrale (SNC) sono assolte dalle molteplici attività del ♦cervello♦. Esse riguardano: *a*) la motricità; *b*) la sensorialità; *c*) le funzioni integrative che comprendono gli stati di coscienza, le varie fasi del sonno e della veglia, i correlati neurofisiologici del linguaggio, attenzione, motivazione, comportamento, memoria ed emozioni; *d*) il controllo delle funzioni vegetative.

Le concezioni che si contendono il campo per spiegare tali funzioni sono o di tipo riduzionistico, per cui ogni funzione cerebrale può essere ricondotta alle leggi generali della fisica e della chimica, leggi che interessano i singoli neuroni che si organizzano in sistemi che operano nel SNC, o di tipo olistico, per cui ogni funzione, anche la piú elementare, del SNC non può essere spiegata dalle funzioni delle singole componenti. Se si considera la relatività di un approccio di questo genere, è possibile tentare un'analisi generale delle funzioni del cervello partendo dallo studio dei sistemi neuronali che sono organizzati a diversi livelli gerarchici in modo specifico per una determinata funzione. Alla base di questo complesso sistema di comunicazione è l'attività dei singoli neuroni. La specificità della comunicazione è infatti correlata: *a*) alla presenza o assenza degli *spikes* o potenziali di azione in un determinato sistema; *b*) alla frequenza con cui gli *spikes* vengono prodotti nell'unità di tempo; *c*) al pattern con cui la scarica degli *spikes* si distribuisce nel tempo e che rappresenta il codice di quella specifica comunicazione.

1.1. Funzioni motorie.

Uno studio analitico delle componenti microfisiologiche di un movimento volontario permette di osservare che le cellule piramidali dell'area 4 della corteccia prerolandica organizzata modularmente si scaricano per attivare i motoneuroni α e γ che saranno responsabili del movimento. Ma il comando motorio è il risultato di una preprogrammazione che interessa le aree corticali associative premotorie (area 6), gli emisferi cerebellari e i gangli della base. L'area corticale 6 agisce sul cervelletto, che a sua volta retroagisce tramite un sistema a circuito aperto sulle cellule motorie piramidali dell'area 4.

Quando il movimento è in atto, i fusi neuromuscolari e gli organi del Golgi inviano informazioni al cervelletto sulla lunghezza e sulla tensione dei muscoli interessati al movimento, permettendo quindi a quest'organo un intervento di correzione e di aggiustamento fine del movimento tramite la sua azione sulla corteccia motoria e sulle strutture del tronco che controllano in via discendente

i motoneuroni α e γ spinali e la loro reciproca relazione funzionale. Il cervelletto quindi opera nel sistema motorio con due tipi di azione: uno riguarda la preprogrammazione del movimento, l'altro l'aggiustamento fine di questo una volta che è iniziato attraverso cicli dinamici chiusi.

Il problema di come la volontà o il pensiero possano creare un engramma – rappresentazione di un movimento – e possano quindi influenzare l'attività di quei neuroni corticali motori deputati alla preprogrammazione di quel movimento è ancora lontano da una soluzione. I teorici dell'identità identificano la rappresentazione di un movimento con i processi neurofisiologici che avvengono nei circuiti appena descritti. Popper e Eccles propongono invece che sia la ♦mente♦ «autocosciente» ad intervenire sui moduli corticali organizzandone l'attività. Di questa ipotesi si parlerà nel § 2.

1.2. Funzioni sensoriali.

Gli aspetti piú interessanti delle funzioni sensoriali riguardano l'organizzazione modulare della corteccia sensoriale e il controllo centrifugo che opera in ogni sistema sensoriale.

Le esperienze di Szentágothai hanno dimostrato che le aree corticali specifiche per diverse modalità sensoriali sono organizzate secondo «unità specifiche modulari» disposte a mosaico e distribuite all'interno della corteccia come delle colonne del diametro di 200-300μ, in numero di circa 4 milioni in tutta la neocorteccia. Poiché gli impulsi che partono da ciascuna di queste unità interessano un numero crescente di altre unità dello stesso emisfero e dell'emisfero opposto, esistono le condizioni per un'ampia dilatazione spazio-temporale delle informazioni sensoriali che raggiungono la corteccia cerebrale lungo le vie specifiche. La figura 1 dà un'immagine parziale delle sinapsi corticali di una fibra afferente specifica. Questa, proveniente dal talamo, stabilisce una connessione sinaptica eccitatoria chiamata «sinapsi a cartuccia» con i dendriti apicali di due cellule piramidali. Le fibre afferenti associative callosali provenienti dall'emisfero opposto sinaptizzano in tutte le lamine corticali eccetto la IV formando molti contatti sinaptici all'interno del proprio modulo. Nella lamina I questa fibra si biforca dando luogo a una fibra parallela che può estendersi fino a 3 mm in ogni direzione formando numerose sinapsi con i dendriti apicali delle cellule piramidali. La funzione del modulo è quella dunque di amplificare l'input eccitatorio alla corteccia e di aumentarne la potenza. L'attività inibitoria, indispensabile modulatrice della eccitazione, è affidata a degli interneuroni che contribuiscono a ridurre le frange di eccitazione e ad aumentare in tal modo il potere risolutivo del modulo.

È anche ipotizzabile che i complessi meccanismi reticolari e talamici della sincronizzazione e della desincronizzazione partecipino al mantenimento di un particolare «tono» funzionale del modulo corticale attraverso un'azione sullo strato I e II delle fibre parallele. Eccles ha ipotizzato un ruolo di queste fibre nella mediazione del controllo, da parte della mente «conscia di sé», sull'attività delle cellule piramidali corticali. Si ritornerà in seguito su questo punto (§ 2).

Conoscere le funzioni delle unità modulari della corteccia sensoriale non è ancora risolvere il problema della percezione. Su di un piano strettamente neurofisiologico è necessario considerare, oltre all'integrazione corticale di afferenze specifiche, aspecifiche e callosali, anche il ruolo che le vie centrifughe di con-

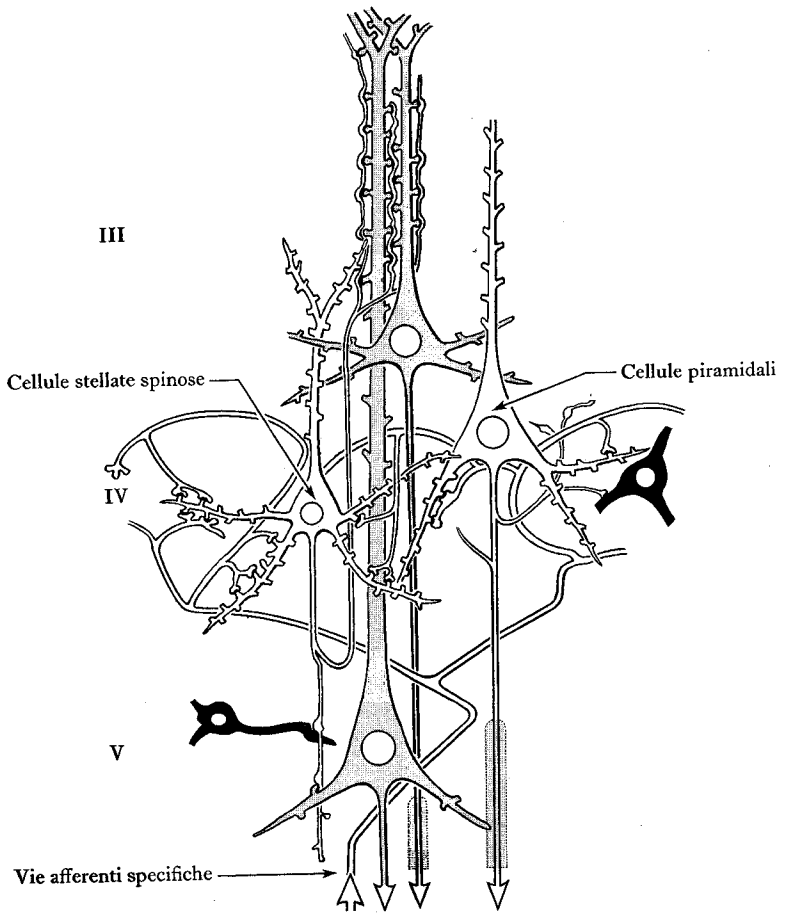


Figura 1.

Circuito intracorticale delle vie afferenti specifiche che stabiliscono un contatto monosinaptico con le cellule piramidali e le cellule stellate spinose. Queste ultime, a loro volta, facilitano le cellule piramidali attraverso potenti sinapsi «a cartuccia», che stabiliscono con i loro dendriti apicali a livello della lamina III. In nero sono rappresentati interneuroni inibitori attivati da collaterali ricorrenti di cellule piramidali. Essi svolgono probabilmente un ruolo nella inibizione ricorrente (*feedback inhibition*) corticale. Nel disegno mancano le fibre afferenti aspecifiche, commisurali e associative, che si portano nelle lamine piú superficiali della corteccia (I e II) e si estendono per circa due-tre millimetri con contatti sinaptici nell'albero dendritico piramidale. (Da Szentágothai 1978).

trollo hanno nel meccanismo della percezione. Il controllo centrifugo modula, infatti, tutta la sensorialità con un'azione per lo piú di natura inibitoria sui neuroni sensoriali di I, II e III ordine o sugli stessi recettori periferici (almeno nel caso dei recettori acustici e vestibolari). L'azione centrifuga di controllo proviene da aree corticali specifiche per quella stessa modalità sensoriale e da strutture reticolari o talamiche che regolano i diversi stati di coscienza, i ritmi sonno-veglia, lo scatenamento e il mantenimento della fase Rem del sonno.

L'elaborazione corticale dell'informazione sensoriale e la sua integrazione potranno allora essere viste come la risultante di una serie di processi facilitatori e inibitori che partono dall'estrema periferia sensoriale e sono sottoposti a controllo, filtro, inibizione che, oltre a ridurre le frange di eccitazione e aumentare il potere risolutivo del sistema, modulano la comunicazione afferente prima che questa raggiunga il modulo corticale, in rapporto allo stato di coscienza e al livello di attenzione in cui si viene a trovare l'individuo in quel particolare momento.

1.3. Funzioni integrative e stati di coscienza.

La coscienza, su un piano strettamente neurofisiologico, è difficilmente distinguibile dalla vigilanza e può essere considerata una funzione selettiva di quest'ultima. La percezione è una pietra essenziale di questo edificio in cui svolge una parte importante l'attenzione, che, nella metafora di Jung, illumina zone del mondo interno ed esterno e cosí sceglie determinati contenuti per la coscienza. La memoria, l'ideazione, l'◆emozione/motivazione◆ e il giudizio critico sono gli elementi di base degli stati di coscienza.

Fessard propone il concetto di *experienced integration* (EI) e avanza un'ipotesi in cui alla integrazione dell'esperienza partecipano corteccia e strutture sottocorticali. Il problema della partecipazione corticale all'esperienza cosciente sembrerebbe ovvio se Lashley non avesse osservato solo modeste alterazioni della percezione e dell'apprendimento dopo estese ablazioni corticali anche nella scimmia. È noto che Lashley dedusse dai suoi risultati il concetto di «equipotenzialità» delle varie aree corticali e attribuí alla corteccia il ruolo piú alto nella integrazione.

È in contrasto con la concezione di Lashley l'ipotesi «centroencefalica» di Penfield e Jasper che attribuisce alle formazioni assiali sottocorticali, che si estendono dal bulbo al diencefalo lungo il tronco encefalico, il compito di mantenere l'attività corticale sotto un controllo «tonico» e «fasico». È questo sistema capace di energizzare la corteccia cerebrale che ha il ruolo d'integrare le informazioni sensoriali e di esercitare un'attività endogena e organizzativa sugli stati di coscienza. Fessard ha proposto lo schema della figura 2 per rappresentare la sua ipotesi che la corteccia cerebrale è «integrata» ma non è «integrante». I disegni della figura rappresentano aree corticali cerebrali (A, B, C) e il sistema centroencefalico (X). Le linee continue indicano le connessioni essenziali per l'esperienza integrata (EI), le linee tratteggiate le altre. Le aree a contorni irregolari rappresentano quella parte del sistema nervoso coinvolto in una EI. Lo

schema I) mostra una integrazione corticale pura secondo il modello proposto da Lashley; nello schema II) l'integrazione è corticale ma avviene attraverso vie che interessano anche il centroencefalo; lo schema III) suggerisce una integrazione corticale che è direttamente controllata dal centroencefalo; e lo schema IV) riassume le due concezioni neurofisiologiche: integrazione corticale e integrazione centroencefalica.

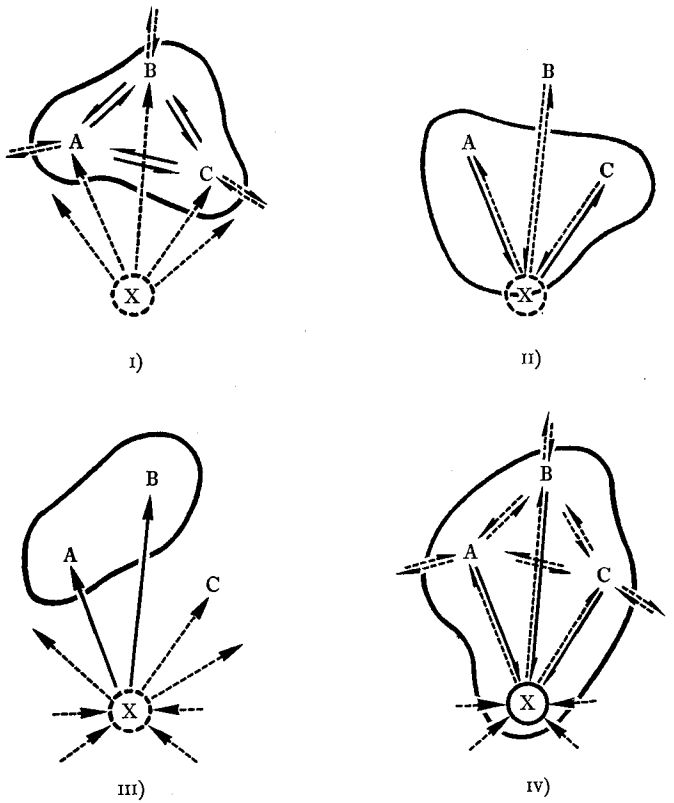


Figura 2.

Rappresentazione schematica dei processi integrativi nervosi considerati essenziali per l'esperienza cosciente (A, B e C sono rappresentazioni di aree corticali; X è il sistema centroencefalico). Le connessioni considerate essenziali per l'esperienza integrata (EI) sono rappresentate con linee continue, le altre con linee tratteggiate. Parti del cervello che sono considerate partecipare come un tutto in alcune «esperienze» sono racchiuse in un contorno irregolare. I) Integrazione corticale pura; II) integrazione corticale attraverso il centroencefalo; III) integrazione corticale sotto il controllo dei centri sottocorticali; IV) due concetti in un unico diagramma: integrazione del sistema cortico-sottocorticale in toto o integrazione centroencefalica pura. (Da Fessard 1954).

Il concetto di centroencefalo si è ampliato in questi ultimi anni. La formazione reticolare del tronco, che ha un ruolo determinante nei meccanismi del sonno e della veglia e del controllo sensoriale, ha assunto una grande importanza anche nei processi integrativi corticali che sottendono i vari stati di coscienza. Il loro specifico contributo alla EI è ascrivibile, secondo Fessard, alle particolari operazioni che queste strutture possono compiere: *a*) trasmissione in virtú delle vie afferenti ed efferenti; *b*) integrazione in virtú di un input che le raggiunge senza un output; *c*) attività autogena caratterizzata da un *firing* spontaneo, quindi da un output senza uno specifico input e da caratteristiche di cellula *pacemaker*.

Sulla base di queste proprietà operative Fessard suggerisce che il processo d'integrazione temporale e spaziale di attività nervosa, essenziale per gli stati di coscienza, si compia nella formazione reticolare del tronco. La EI comporta infatti un processo di organizzazione funzionale di informazioni distribuite nel tempo e nello spazio attraverso l'attivazione di circuiti interneuronali di cui è particolarmente ricca la formazione reticolare del tronco encefalico.

Le esperienze di Sperry hanno permesso di vedere il problema della coscienza sotto una nuova luce. Esse infatti hanno dimostrato, nell'uomo con sezione del corpo calloso, che in seguito a comandi visivi dati a ciascun emisfero separatamente soltanto l'emisfero dominante (il sinistro nella grande maggioranza degli individui) ha coscienza dell'atto compiuto e riconosce il simbolo che il comando rappresenta. L'emisfero non dominante, o emisfero minore, pur eseguendo un comando in modo preciso sul piano sensomotorio, non ha coscienza di questo evento. Pertanto appare evidente che la coscienza è collegata all'attività delle aree corticali associative dell'emisfero dominante. Questo aspetto del problema è stato elaborato da Eccles a sostegno della sua ipotesi dualista interazionista e verrà ripreso in seguito nel § 2.

Un discorso neurofisiologico non può pretendere tuttavia d'indicare un modello anatomico per i processi che sottendono i diversi stati di coscienza. La coscienza e i suoi correlati psicologici quali l'attenzione, la percezione, l'ideazione, non sono localizzabili, allo stato delle attuali conoscenze neurofisiologiche, in specifiche aree del cervello. Con Sperry è su questa posizione la maggior parte dei neurofisiologi che si domandano se l'attuale conoscenza delle funzioni del cervello può permettere di assumere un atteggiamento diverso da quello prevalente nel 1954 al Simposio laurentiano. In quella occasione, accanto a Lashley e Hebb che, identificando la coscienza con il comportamento, tendevano ad analizzare i due stati in termini di livelli di comunicazione, neurofisiologi come Lord Adrian e Bremer avanzarono seri dubbi sulla possibilità di affrontare in maniera soddisfacente il problema della coscienza in termini neurofisiologici. Adrian pose in quella occasione la domanda interlocutoria: «Chi legge i patterns degli impulsi nervosi?» E Bremer aggiunse che al momento attuale noi siamo del tutto incapaci di spiegare la coscienza in termini neurofisiologici. Quando un suono è percepito dall'organo dell'udito, ha una organizzazione topografica nello spazio che qualcuno deve interpretare. Ma chi è questo qualcuno? Dopotutto questo è il problema della percezione cosciente.

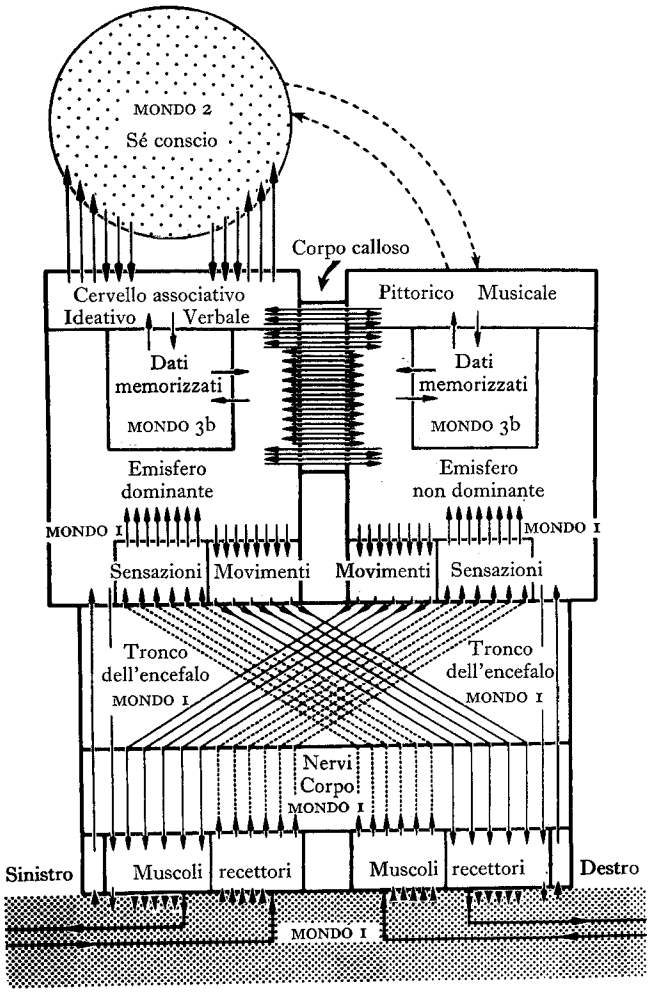


Figura 3.

Rappresentazione schematica della ipotesi dei tre mondi. Il mondo 1 è costituito dalle informazioni sensoriali che provengono dal mondo fisico. Esse raggiungono il cervello sia direttamente attraverso sistemi specifici sia attraverso le strutture aspecifiche del tronco dell'encefalo. I quadrati rappresentano i due emisferi, l'emisfero dominante a sinistra e l'emisfero minore a destra connessi attraverso il corpo calloso. All'emisfero dominante sono conferite funzioni ideative linguistiche ed associative. È con questo emisfero che è connesso il mondo 2 del Sé conscio. All'emisfero minore sono conferite capacità sterognosiche, musicali e pittoriche. Esso è solo ipoteticamente connesso con il mondo 2. (Da Popper e Eccles 1977).

2. *Cervello e mente.*

Il problema del rapporto ♦cervello♦-♦mente♦ non è facilmente prevedibile che possa essere risolto, nel senso che non appare possibile chiarire, allo stato attuale delle conoscenze scientifiche, la natura di tale rapporto. Autori come Hume e Du Bois-Reymond hanno sottolineato l'insolubilità del problema: *ignoramus et ignorabimus*. Con Descartes nasce la contesa tra gli assertori del dualismo e i sostenitori del monismo psicofisico.

Tra le teorie dualistiche meritano una certa attenzione le teorie del parallelismo psicofisico, dell'epifenomenismo e dell'interazionismo. Per la prima teoria, sostenuta da Leibniz e piú recentemente da Jackson, gli eventi mentali decorrono parallelamente agli eventi cerebrali, anche se indipendentemente da essi. L'epifenomenismo invece afferma che gli eventi mentali non sono che sottoprodotti di processi di natura fisiologica. Tale teoria, che ha sostenitori come Huxley, Vogt e Santayana, nasce dall'interesse per gli studi fisici del ♦cervello♦ e in particolare per la neurofisiologia. Ma la teoria dualista che piú delle altre ha contribuito a riattivare l'interesse epistemologico per il problema mente-cervello è quella interazionista elaborata da Popper e Eccles.

Secondo la teoria interazionista, tra eventi mentali ed eventi fisici vi è una interazione causale nel senso che stati mentali possono interessare il fisico e stati fisici il mentale. Descartes può essere considerato il primo dualista interazionista. La sede dell'interazione tra anima e corpo era per Descartes la ghiandola pineale. Per Popper e Eccles l'ipotesi dei tre mondi comprende tutte le esperienze di un individuo cosciente. Il mondo 1 è il mondo delle entità fisiche, dell'inorganico, del biologico e degli aspetti fisici degli oggetti creati dall'uomo. Il mondo 2 è il mondo della realtà esterna, ma è anche esposto alla percezione del nostro mondo interno: emozioni, ricordi, sentimenti, fantasie e pensiero. Il mondo 2 è sede dell'Io e del Sé che costituisce la base della nostra unità e identità in quanto individui capaci di esperienze coscienti. In tale prospettiva potrebbe anche inserirsi il ♦controllo sociale♦ come aspetto del comportamento collettivo; il «controllore» in tal modo sarebbe la società nel senso che gli individui che la compongono tendono a controllarsi a vicenda, e questo in base a condizionamenti propri sia del mondo 2 sia del mondo 3. Il mondo 3 è il mondo della cultura e della civiltà e comprende ogni processo creativo dell'uomo dal pensiero filosofico a quello artistico e scientifico. Il mondo 3 usa gli oggetti fisici del mondo 1 e a sua volta il mondo 1 comunica con il mondo 2 attraverso un'interfaccia rappresentata dalle aree corticali associative dell'emisfero dominante. Esiste quindi una circolazione tra i vari mondi attraverso un sistema aperto. La figura 3 è una rappresentazione schematica dell'ipotesi dei tre mondi. Il mondo 1 raggiunge il cervello attraverso i sistemi specifici della sensorialità coinvolgendo anche i sistemi aspecifici del tronco encefalico. Negli emisferi cerebrali avviene l'integrazione delle informazioni sensomotorie e vi si organizzano le funzioni nervose superiori a livello delle aree corticali associative (*liaison brain*) rappresentate dalle aree 39-40 e dalle aree frontali dell'emisfero dominante. Il cor-

po calloso assicura un incessante traffico tra i due emisferi e conferisce un carattere di *unità* ai processi integrativi che sono alla base dell'esperienza cosciente. Tuttavia, le esperienze di Sperry dimostrano che è l'emisfero dominante il solo capace di funzioni linguistiche, ideative e coscienti. Il mondo 2, o del Sé conscio, è per questo connesso con il solo emisfero dominante. Il mondo 3 appartiene alle funzioni nervose superiori dei due emisferi. Ma l'emisfero non dominante, anche se deputato a funzioni stereognosiche e sensomotorie, pittoriche e musicali, non è cosciente se non per informazioni che lo raggiungono dall'emisfero dominante.

L'area d'interazione, nell'ipotesi di Popper e Eccles, è rappresentata dalla corteccia associativa dell'emisfero dominante. L'interazione parte dalla ♦mente♦ «conscia di sé» che è la sola a poter «leggere» l'attività di ciascuna unità corticale modulare di queste aree associative e a controllare, organizzare, selezionare, interpretare e integrare in una operazione unitaria le informazioni che dalla realtà sensoriale del mondo 1 filtrano attraverso l'interfaccia del cervello associativo nella mente cosciente. I presupposti di questo modello interazionalista sono: *a*) che la mente «conscia di sé» sia un'entità autonoma che non dipende quindi dal mondo 1 né dal cervello con cui interagisce; *b*) che l'unità dell'esperienza cosciente sia data dalla sola mente «conscia di sé» e non dai meccanismi neuronali delle aree corticali associative dell'emisfero dominante.

Eccles basa questi presupposti sulla esperienza di Kornhuber e di Sperry e sui dati della neurofisiologia paleontologica. Tuttavia è proprio quest'aspetto dell'ipotesi interazionista che offre il fianco alle critiche piú consistenti che gli sono state rivolte. Se la mente «conscia di sé» non s'identifica con dei processi di natura neurofisiologica, appare come una entità metafisica che ripropone un dualismo di tipo cartesiano, in cui la ghiandola pineale è sostituita da una piú complessa organizzazione corticale del cervello associativo. L'interazione proposta da Popper e Eccles comporta inoltre una causazione non fisica tra sostanze di natura diversa e questo pone un serio problema termodinamico e rappresenta un punto debole della loro teoria.

Una teoria monista che ha trovato in questi ultimi anni molti sostenitori grazie ai contributi portati dalle scienze neurologiche, è la teoria dell'identità. Questa è una teoria per la quale ogni stato mentale s'identifica con un processo di natura neurofisiologica. Place ad esempio identifica la coscienza con un determinato pattern di attività cerebrale, affidato a sistemi che operano nell'ambito del ♦cervello♦. La base di questa identificazione è naturalmente rappresentata dai grandi progressi compiuti dalla neurologia sperimentale e in particolare dalla neurofisiologia e dalle prospettive offerte dalla ricerca in questo campo. I risultati di questi ultimi trent'anni sono stati cosí importanti che sembrano dar ragione ai materialisti cosiddetti «promettenti» quando sostengono che bisogna proiettare nel futuro i risultati delle indagini sul cervello prima di prendere posizione sul problema della relazione mente-cervello. Va tuttavia precisato che lo stato attuale delle conoscenze sulle funzioni del cervello è molto incompleto e inadeguato perché esse possano offrire una spiegazione soddisfacente di fenomeni appartenenti alla mente, in particolare della mente «conscia di sé».

Sperry, in un tentativo di superare l'*impasse* tra il materialismo monistico e le concezioni dualistiche, propone un interazionismo emergente per il quale i fenomeni mentali e in particolare le esperienze coscienti si organizzano a livelli gerarchici superiori che non sono riconducibili alle attività neurologiche dei singoli sistemi. Anche per Sperry quindi lo status ontologico della mente e quello del cervello sono su piani diversi.

Un tentativo di superare le teorie dualiste interazioniste è emerso da quella filosofia della ♦mente♦ che prende il nome di funzionalismo, per la quale la psicologia di un sistema non dipende dal suo hardware, cioè da ciò di cui è fatto (neuroni, parti di una macchina, spiriti disincarnati), ma dal suo software, cioè dal modo in cui è programmato. Ne deriva che il funzionalismo conferisce a sistemi anche molto diversi tra loro (individui, macchine calcolatrici o spiriti) la possibilità di avere esperienze mentali, in quanto in linea teorica tutti gli oggetti o individui terrestri o extraterrestri, anche se diversi dall'uomo, possono avere un software umano. Gli stati mentali sono stati cosí identificati dai funzionalisti con le operazioni di quei calcolatori noti come macchine di Turing e definiti come meccanismi con un numero finito di stati di programma.

Il ♦cervello♦ viene paragonato a un calcolatore di cui è necessario conoscere il codice di programmazione e le proprietà semantiche dei simboli del codice. Ma poiché non è possibile computazione senza rappresentazione, è possibile un collegamento tra il funzionalismo e la rappresentazione mentale attraverso l'idea espressa da Fodor che le proprietà semantiche di una rappresentazione mentale siano determinate da aspetti del suo ruolo funzionale. Ma le rappresentazioni mentali sono anche l'oggetto di quello che viene definito come atteggiamento proposizionale (il volere, il credere, il temere, ecc.) e, nello stesso tempo, sono formule di un linguaggio mentale. Ne deriva che il concetto di rappresentazione mentale e la possibilità che essa rappresentazione possa identificarsi con eventi neurofisiologici diventino fondamentali per una teoria empirica della ♦mente♦. Ogni indagine in questa direzione non potrà quindi che avvicinare i funzionalisti alle concezioni di chi consideri possibile affrontare la ricerca sulla natura del mentale con i metodi dell'indagine scientifica.

3. *♦Cervello♦, ♦comportamento e condizionamento♦, ♦emozione/motivazione♦.*

Anche se le risposte riflesse costituiscono solo una piccola parte del comportamento di un organismo, il loro studio ha permesso di gettare le basi per una fisiologia delle risposte del SNC a un determinato stimolo specifico.

3.1. Riflessi spinali.

Si deve a Sherrington il merito di aver fondato questo tipo di fisiologia attraverso un lavoro sistematico compiuto nei seguenti preparati: *a*) preparato spinale basso (animale con sezione del midollo spinale al di sopra del rigon-

fiamento lombare); *b*) preparato spinale alto o decapitato (animale con sezione del midollo spinale a C_1 e C_2); *c*) preparato decerebrato (animale con sezione del tronco encefalico a livello della lamina quadrigemina).

Sulla base dei recettori stimolati e convogliati nell'arco riflesso Sherrington ha proposto di distinguere i riflessi in: *a*) propriocettivi, a partenza dai recettori muscolari, articolari, vestibolari; *b*) esterocettivi, a partenza dai recettori cutanei; *c*) nocicettivi, a partenza dai recettori dolorifici o causati da stimoli che hanno proprietà dolorifiche; *d*) telecettivi, a partenza dai recettori visivi, acustici, olfattivi; *e*) enterocettivi, a partenza dai recettori viscerali.

Tra i numerosi riflessi studiati da Sherrington nell'animale spinale, meritano di essere ricordati il riflesso flessorio, nocicettivo, dovuto alla stimolazione dolorifica della cute (ad esempio della pianta del piede); il riflesso estensorio crociato che si associa al riflesso flessorio del lato opposto; il riflesso del segnapasso, tipo di riflesso a segni opposti successivi, indotto dalla stimolazione della cute del piede; il riflesso del grattamento, anche questo a segni opposti successivi, indotto dalla stimolazione irritativa della cute del tronco dell'animale. Lo studio del comportamento riflesso ha permesso a Sherrington di formulare alcune leggi fondamentali di funzionamento nervoso tra cui la legge dell'innervazione reciproca per cui uno stimolo capace di eccitare un gruppo di motoneuroni agonisti è in grado di inibire i motoneuroni antagonisti.

In seguito Lloyd ha studiato il comportamento riflesso spinale con metodi elettrofisiologici dimostrando la possibilità di evocare riflessi monosinaptici per stimolazione dei nervi muscolari e riflessi polisinaptici per stimolazione di nervi provenienti dalla cute. Lloyd ha anche studiato la curva di facilitazione riflessa tra nervi muscolari sinergici e la curva d'inibizione tra nervi muscolari antagonisti. Successivamente il gruppo di Eccles ha chiarito con uno studio intracellulare la natura di queste funzioni riflesse.

3.2. Riflessi condizionati.

I riflessi condizionati possono essere considerati dei fenomeni di apprendimento indotto da determinati stimoli specifici. Pavlov definisce riflesso condizionato un legame temporaneo tra uno degli innumerevoli fattori ambientali percepiti dall'animale e un'attività ben definita dell'organismo. Viene definito riflesso incondizionato o assoluto quel riflesso che si attua indipendentemente dall'apprendimento. Esso appare ancorato e legato a fattori genetici. Ne è un esempio il riflesso di suzione del neonato o la secrezione di saliva quando del cibo sia posto a contatto con i recettori gustativi. Perché possa formarsi un riflesso, lo stimolo condizionato (SC) deve essere opportunamente associato ad uno stimolo incondizionato (SI). Lo SC deve essere applicato prima dello SI con un rapporto temporale ottimale. Il riflesso condizionato si considera stabilito quando lo SC è in grado da solo di indurre la risposta incondizionata. Esso tuttavia necessita di rinforzi, deve cioè saltuariamente essere associato allo SI perché possa essere mantenuto.

Pavlov considerava il riflesso condizionato come dovuto all'associazione funzionale temporanea tra aree specifiche della corteccia cerebrale. Egli aveva riconosciuto inoltre il ruolo facilitante sul condizionamento della motivazione dell'animale da esperimento. I riflessi condizionati possono essere temporaneamente o definitivamente inibiti ad opera di stimoli esterni (inibizione esterna) o per modificazione del processo condizionante (inibizione interna). Di quest'ultima si conoscono varie forme: da estinzione, quando lo stimolo condizionato è applicato senza rinforzi; da ritardo, quando la distanza tra lo SI e lo SC è superiore al tempo ottimale; da stimolo differenziale, quando si rinforza uno SC con caratteristiche differenti da quelle a cui l'animale era precedentemente condizionato. L'inibizione interna può a sua volta essere inibita ed il riflesso quindi disinibito.

3.3. Riflesso condizionato strumentale.

Si differenzia dal riflesso condizionato classico sopradescritto in quanto il rinforzo, che in quest'ultimo è dato dallo sperimentatore, nel riflesso strumentale è ricercato ed ottenuto dall'animale stesso. In queste condizioni sperimentali il rinforzo è detto positivo se aumenta le probabilità che l'evento si verifichi, negativo se invece le probabilità sono ridotte. È un esempio di condizionamento strumentale quello ideato da Skinner (1936) in cui un animale posto in una particolare scatola da esperimento può individuare e premere una leva e ottenere una ricompensa. La probabilità che l'animale prema la leva e si dia una ricompensa, cioè un rinforzo, è in relazione alla sua motivazione (la fame). Il riflesso strumentale diventa quindi un modo di misura oggettiva della motivazione dell'animale.

Sulla stessa linea sperimentale può essere considerata l'opera di Olds e Milner. Questi autori hanno connesso la leva a uno stimolatore che dava treni di stimoli ad alta frequenza all'animale (ratto) attraverso elettrodi impiantati in permanenza in varie aree sottocorticali. Quando gli elettrodi erano posti nella regione ipotalamica laterale che comprendeva il fascicolo prosencefalico mediano, l'animale continuava a stimolarsi ripetutamente, trascurando persino il cibo. Il rinforzo collegato all'autostimolazione era quindi fortemente positivo e la motivazione ad autostimolarsi maggiore della stessa fame. Elettrodi posti in altre regioni ipotalamiche non davano origine a questo rinforzo positivo o potevano produrre un rinforzo negativo.

Le esperienze di Olds sono state considerate la prova che nel ◆cervello◆ esistono centri del piacere e la misura della motivazione dell'animale a procurarsi piacere. Si è molto discusso sulle implicazioni di ordine psicologico e persino morale di questi esperimenti qualora fosse possibile una loro applicazione al cervello umano.

Ma è necessario precisare che dati ottenuti in ratti nelle condizioni sperimentali sopraddette non possono essere applicati direttamente all'uomo, alle sue motivazioni e alla sua ricerca del piacere. Elementi di natura istintuale collegati ai bisogni si uniscono infatti nell'uomo ad elementi che costituiscono le sue pulsioni e il suo desiderio. E poiché la natura del desiderio è inconscia, collegata

all'infanzia e alla rimozione di quest'epoca arcaica, e trova espressione nel simbolico e nel linguaggio, nessuna esperienza eseguita sull'animale può offrire una spiegazione soddisfacente al comportamento dell'uomo.

Tutto ciò non impedisce tuttavia di pensare che nell'uomo le pulsioni possano avere una loro particolare spinta o *drive* interno, e una fonte, collegata a una specifica organizzazione neurofisiologica, che gli permetta la ricerca dell'oggetto con cui soddisfare le sue pulsioni.

Linguaggio e simbolizzazione necessitano infatti dell'integrità delle aree associative corticali dell'emisfero dominante anche se rimane tuttora da colmare la distanza che separa questi processi mentali dall'organizzazione di natura neurologica.

3.4. Cervello e motivazioni.

Per la neurofisiologia la motivazione si identifica con un comportamento di bisogno e con una organizzazione nervosa che metta l'organismo in condizioni di rispondere alle sue esigenze interne. In questa prospettiva quindi la motivazione si collega a una forma di comportamento omeostatico. Tale comportamento riguarda il controllo della nutrizione e dell'assunzione di liquidi, il controllo della temperatura corporea, la regolazione delle funzioni sessuali, la regolazione dei cicli sonno-veglia, il controllo delle funzioni vegetative collegate con le sopraddette attività fisiologiche. La struttura che, nell'ambito del SNC, può assolvere a queste diverse funzioni è essenzialmente l'ipotalamo, che appare quindi come l'organo limite tra lo psichico e il somatico, tra la motivazione e la pulsione. Le ricche connessioni afferenti ed efferenti dei complessi nuclei ipotalamici conferisce a queste strutture un ruolo fondamentale nei processi di controllo dei bisogni dell'organismo. La natura specifica di alcune cellule che operano nei nuclei dell'ipotalamo e che vi assolvono funzioni recettoriali (osmocettori, termocettori, glicocettori) permette all'ipotalamo di assolvere lo specifico compito omeostatico teso al mantenimento della costanza del «mezzo interno».

Tabella 1.

I tre maggiori sistemi emozionali, le strutture nervose interessate e il comportamento corrispondente (R = ricompensa, $\overline{R}$ = non-ricompensa, P = punizione, $\overline{P}$ = non-punizione). (Da Gray 1972).

Sistemi emozionali	*Stimoli rinforzanti*	*Comportamento*	*Strutture nervose centrali*
Approccio	Stimoli condizionati per R e $\overline{P}$	Apprendimento Evitamento attivo Fuga Aggressione predatoria	Sistema autostimolante, Aree settali, Fascicolo prosencefalico mediale, Ipotalamo laterale
Inibizione comportamentale	Stimoli condizionati per P e $\overline{R}$	Evitamento passivo Estinzione	Aree settali mediali, Ippocampo, Corteccia orbito-frontale, Nucleo caudato
Attacco-fuga	Stimoli incondizionati per P e $\overline{R}$	Fuga incondizionata Aggressione difensiva	Amigdala, Stria terminale, Ipotalamo mediale, Sostanza grigia mesencefalica

3.5. Cervello ed emozioni.

Diversamente dalle motivazioni, le emozioni sono degli stati interni all'organismo, causati essenzialmente da modificazioni esterne ad esso, cioè dall'ambiente o da stimoli particolari provenienti da esso. La paura, la rabbia, la frustrazione possono essere considerate emozioni collegate alla risposta dell'organismo a situazioni esterne. L'aggressività è un'emozione piú complessa che si collega anche a situazioni interne di natura istintuale o pulsionale e cosí il comportamento sessuale che, se nell'animale è collegato a variazioni interne di natura or-

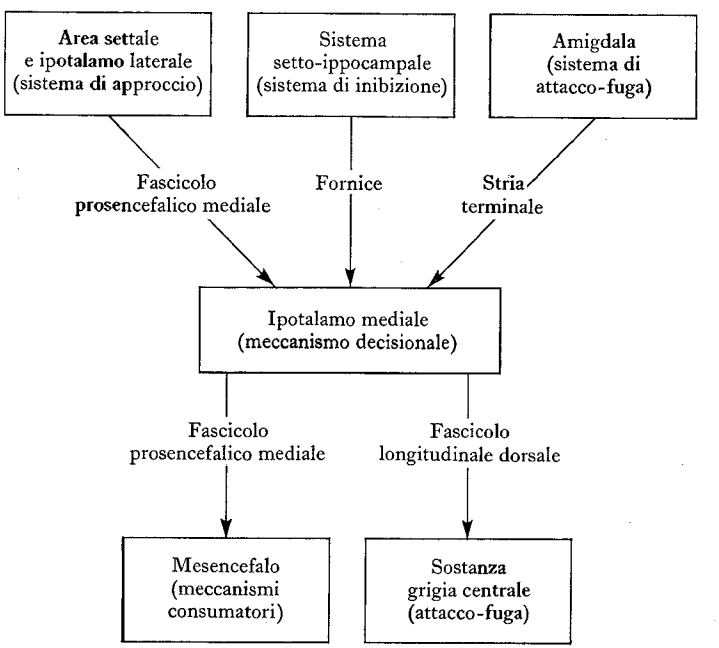


Figura 4.

Rappresentazione schematica della correlazione funzionale dei tre sistemi motivazionali (approccio, inibizione, attacco-fuga) che convergono sull'ipotalamo mediale. Quest'ultimo controlla sia i meccanismi consumatori del mesencefalo sia i meccanismi attacco-fuga della sostanza grigia mesencefalica. Esso appare quindi il punto nodale in cui i tre sistemi interagiscono. (Da Gray 1972).

monale e a situazioni esterne collegate alla presenza dell'animale dell'altro sesso, nell'uomo può essere in relazione a complessi stati affettivi e collegarsi alla storia delle sue piú precoci relazioni d'oggetto.

Nell'ambito della psicologia sperimentale che si avvale delle esperienze di condizionamento strumentale, le emozioni sono definite come stati del sistema nervoso prodotti da eventi rinforzanti e da stimoli che nella esperienza precedente del soggetto sono anche stati seguiti da eventi rinforzanti. Sono queste le situazioni correlabili con due classi di segnali o eventi rinforzanti: *a*) segnali di ricompensa (o non-punizione) e *b*) segnali di punizione (o non-ricompensa). I segnali del primo tipo sarebbero responsabili di un comportamento attivo del tipo descritto nelle esperienze di Olds; i segnali del secondo tipo sarebbero invece responsabili di un'inibizione comportamentale o evitamento passivo. Ai due sistemi emozionali cosí descritti dovrebbe essere aggiunto un terzo sistema rinforzato da stimoli incondizionati che si esprime in un comportamento di attacco-fuga. La tabella 1 suggerisce la possibilità di raccogliere le emozioni sotto tre diversi sistemi: 1) approccio, 2) inibizione, 3) attacco-fuga. Nella tabella 1 sono indicati gli stimoli in grado di scatenare queste emozioni, il comportamento che ne fa seguito e la struttura nervosa interessata come sistema organizzatore che permette l'espressione delle varie emozioni. I tre sistemi emozionali sono tra loro funzionalmente correlati, come è indicato nella figura 4, in quanto convergono sull'ipotalamo mediale che assume proprietà integrative e diventa sede del meccanismo decisionale. È interessante notare che, poiché il controllo emozionale è localizzato in strutture prosencefaliche (particolarmente nel sistema limbico) e il controllo motivazionale e istintuale (con le sue fasi appetitive e consumatorie) a livello ipotalamico e mesencefalico, l'ipotalamo mediale appare come il punto centrale in cui le strutture deputate al controllo emotivo e quelle che rispondono a esigenze motivazionali e istintuali s'incontrano e interagiscono. Ne deriva che il comportamento emozionale non può essere disgiunto, almeno nell'animale, dal comportamento legato alle motivazioni e agli istinti. [M. M.].

Adrian, E. D.
1954 *The Physiological Basis of Perception*, in Adrian, Bremer e Jasper 1954, pp. 237-48.

Adrian, E. D.; Bremer, F.; e Jasper, H. H.
1954 (a cura di) *Brain Mechanisms and Consciousness; a Symposium*, Blackwell, Oxford.

Bernard, C.
1865 *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Baillière, Paris (trad. it. Feltrinelli, Milano 1951).

Bremer, F.
1954 *The Neurophysiological Problem of Sleep*, in Adrian, Bremer e Jasper 1954, pp. 137-62.

Bunge, M. A.
1980 *The Mind-Body Problems: a Psychobiological Approach*, Pergamon Press, Oxford.

Delgado, J. M. R.
1969 *Physical Control of the Mind. Toward a Psychocivilized Society*, Harper and Row, New York (trad. it. Boringhieri, Torino 1973).

Descartes, R.
1637 *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences... Plus la Dioptrique, les Météores, et la Géométrie*, Maire, Leiden (trad. it. in *Opere*, vol. I, Laterza, Bari 1967, pp. 129-82).

Du Bois-Reymond, E. H.
1882 *Über die Grenzen des Naturerkennens. Die sieben Welträthsel*, Veit, Leipzig (trad. it. Feltrinelli, Milano 1973).

Eccles, J.
1953 *The Neurophysiological Basis of Mind: the Principles of Neurophysiology*, Clarendon Press, Oxford.
1957 *The Physiology of Nerve Cells*, Johns Hopkins Press, Baltimore.
1973 *The Understanding of the Brain*, McGraw-Hill, New York (trad. it. Piccin, Padova 1976).
1979 *The Human Mystery*, Springer, Berlin-Heidelberg (trad. it. Il Saggiatore, Milano 1981).

Feigl, H.
1958 *The "Mental" and the "Physical". The Essay and a Postscript*, in H. Feigl, M. Scriven e G. E. Maxwell (a cura di), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, II. *Concepts, Theories, and the Mind-Body Problem*, University of Minnesota Press, Minneapolis.

Fessard, A.
1954 *Mechanisms of Nervous Integration and Conscious Experience*, in Adrian, Bremer e Jasper 1954, pp. 200-36.

Fodor, J.
1980 «Mente», in *Enciclopedia*, vol. IX, Einaudi, Torino, pp. 3-47.
1981 *The mind-body problem*, in «Scientific American», CCXLIV, 1, pp. 124-32 (trad. it. in «Le Scienze», XXVI (1981), 151, pp. 100-10).

Gava, G.
1977 *Mente versus corpo. Un errore logico-linguistico*, Liviana, Padova.

Gray, J.
1972 *The Structure of the Emotions and the Lymbic System*, in *Physiology, Emotion and Psychosomatic Illness. Symposium, London 18th-20th April, 1972*, Associated Scientific Publishers, Amsterdam - New York, pp. 87-130.

Holloway, R. L.
1974 *The casts of fossil hominid brains*, in «Scientific American», CCXXXI, 1, pp. 106-15 (trad. it. in «Le Scienze», XIII (1974), 75, pp. 88-96).

Hume, D.
1739 *A Treatise of Human Nature*, Noon, London 1739-40 (trad. it. in *Opere*, vol. I, Laterza, Bari 1971, pp. 5-665).

Jerison, H. J.
1976 *Paleoneurology and the evolution of mind*, in «Scientific American», CCXXXIV, 1, pp. 90-101 (trad. it. in «Le Scienze», XVI (1976), 93, pp. 90-99).

Jung, R.
[1977] *Perception, Consciousness and Visual Attention*, in P. A. Buser e A. Rougel-Buser (a cura di), *International Symposium on Cerebral Correlates of Conscious Experience. Senanque Abbey 2nd-8th August, 1977*, North Holland, Amsterdam - New York - Oxford 1978, pp. 15-36.

Lashley, K. S.
1954 *Dinamic Process in Perception*, in Adrian, Bremer e Jasper 1954, pp. 422-43.
1963 *Brain Mechanisms and Intelligence. A Quantitative Study of Injuries to the Brain*, Dover, New York (trad. it. Angeli, Milano 1979).

Lloyd, D. P. C.
1944 *Functional organization of the spinal cord*, in «Physiological Reviews», XXIV, pp. 1-17.

Mancia, M.
1980 *Neurofisiologia e vita mentale*, Zanichelli, Bologna.

Moruzzi, G.
1972 *The Sleep-Waking Cycle*, in G. Moruzzi e M. Jouvet, *Neurophysiology and Neurochemistry of Sleep and Wakefulness*, Springer, Berlin - Heidelberg - New York, pp. 1-165.

Olds, J.
1977 *Drives and Reinforcements: Behavioral Studies of Hypothalamic Functions*, Raven Press, New York.

Olds, J., e Milner, P.
1954 *Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain*, in «Journal of Comparative Physiology and Psychology», XLVII, pp. 419-27.

Pavlov, I. P.
1927 *Conditioned Reflexes. An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex*, Oxford University Press, Oxford.

Penfield, W., e Jasper, H. H.
1954 *Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain*, Little and Brown, Boston.

Place, V. T.
1956 *Is consciousness a brain process?*, in «British Journal of Psychology», XLVII, pp. 44-51.

Popper, K. R., e Eccles, J.
1977 *The Self and its Brain*, Springer International, Berlin - Heidelberg - London - New York (trad. it. Armando, Roma 1981).

Sherrington, Ch. S.
1906 *The Integrative Action of the Nervous System*, Yale University Press, New Haven Conn.; nuova ed. Cambridge University Press, Cambridge 1952.

Skinner, B. F.
1953 *Science and Human Behavior*, Macmillan, New York (trad. it. Angeli, Milano 1971).

Sperry, R. W.
1969 *A modified concept of consciousness*, in «Psychological Review», LXXVI, pp. 532-36.
1974 *Lateral Specialization in the Surgically Separated Hemispheres*, in F. O. Schmitt e F. G. Worden (a cura di), *The Neurosciences: Third Study Program*, Mit Press, Cambridge Mass., pp. 5-19.

Szentágothai, T.
1978 *The neuron network of the cerebral cortex. A functional interpretation*, in «Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences», CCI, pp. 219-48.

Cervello

Negli ultimi due decenni gli studi sul cervello hanno compiuto grandi progressi e si sono moltiplicate le ricerche pluridisciplinari sulle relazioni tra la sua struttura e le sue funzioni. Cosí, lo studio delle correlazioni tra una particolare struttura cerebrale e il comportamento implica la combinazione di conoscenze e competenze in neurofisiologia, neuroanatomia, chirurgia cerebrale, nonché un adeguato ricorso alla descrizione e alla misura del comportamento. Tale ricerca verrà effettuata grazie alla collaborazione di un certo numero di individui che porteranno il contributo delle proprie personali competenze. La collaborazione implica anche la discussione e un fecondo scambio d'idee, nonché la formazione di una nuova generazione di scienziati del cervello, e ha dato luogo alla formazione di organizzazioni quali la Brain Research Association della Gran Bretagna, la Society for Neuroscience in America e la European Neuroscience Association. Queste organizzazioni hanno rotto i ponti con le tradizionali associazioni disciplinari, che si riuniscono per discutere singoli aspetti della fisiologia, della biochimica, dell'anatomia, ecc., senza peraltro essere in grado di fornire una base di discussione nel quadro di una ricerca pluridisciplinare sul cervello.

Ispirato all'approccio pluridisciplinare, il presente articolo non tratterà soltanto della descrizione fisiologica, anatomica o biochimica, ma, esposto il problema dello sviluppo ontogenetico del cervello umano, tenterà – attraverso un certo numero di esempi – di esplorare alcuni aspetti delle relazioni tra la struttura del cervello (struttura anatomica, struttura neuronica e struttura biochimica) e le funzioni di cui essa è alla base. A questo scopo si esporranno taluni aspetti dell'approccio pluridisciplinare e si descriveranno alcune delle tecniche d'indagine della struttura e della funzione del cervello.

La ricerca sul cervello e la sua spiegazione è qualcosa di piú di un'importante ricerca accademica. I problemi sollevati, gli studi compiuti, la metodologia e la terminologia riflettono non soltanto la struttura interna delle scienze del cervello, ma anche gli scopi, le ipotesi e i preconcetti degli scienziati stessi e delle organizzazioni che ne incoraggiano gli sforzi. Gli scopi, le ipotesi e i preconcetti sono imposti da una molteplicità di limitazioni sia scientifiche che sociali, esterne o interne agli scienziati, talora esplicite e talaltra implicite. L'atteggiamento di un neuroscienziato verso la ricerca sarà vincolato o diretto dai concetti, dalla metodologia operativa e dalle procedure statistiche messe a disposizione dalle scienze del cervello e, ad un livello piú fondamentale, dalle sue personali opinioni sulla natura e struttura della società, sugli esseri umani stessi. Questi sono esempi di costrizioni ideologiche.

Poiché le ricerche sul cervello costano denaro e poiché soltanto determinati progetti di ricerca vengono sovvenzionati, le organizzazioni che appoggiano il lavoro di un neuroscienziato pongono limiti alla natura e alla direzione delle sue ricerche: direttamente grazie alle politiche operanti nell'ambito delle istituzioni in cui egli agisce, e indirettamente per effetto degli indirizzi governativi o cor-

porativi sull'orientamento generale che la ricerca dovrebbe assumere. Questi sono esempi di costrizioni politiche.

Un aspetto dei vincoli ideologici che solitamente provoca discussioni piuttosto accese è la controversia tra filosofie all'apparenza diametralmente opposte in relazione alla spiegazione del cervello. La prima posizione, generalmente nota come riduzionista, può essere riassunta, semplificando all'estremo, nell'asserzione che l'attività della cellula e quindi in ultima analisi dell'organismo può essere ridotta a casi particolari delle leggi della fisica delle particelle. L'altro tipo di spiegazione – quello olistico – può essere caratterizzato attraverso l'affermazione che l'insieme è piú grande della somma delle parti costituenti. Dal punto di vista olistico la descrizione riduzionista non potrà mai dare una spiegazione del cervello in quanto nello studio del funzionamento delle sue parti costitutive si trascura un'analisi delle relazioni di organizzazione tra le parti stesse.

Cosí formulate, le posizioni delle due filosofie sembrano del tutto inconciliabili, ma queste asserzioni contengono un certo numero di errori logici e semantici che contribuiscono a creare l'impressione che non esista un terreno comune tra queste due filosofie in apparenza reciprocamente esclusive.

Che queste due posizioni rappresentino una falsa dicotomia nell'ambito di una caratterizzazione delle spiegazioni biologiche del cervello, risulta da un esame della struttura delle relazioni tra sistemi biologici. Un'interpretazione della struttura delle spiegazioni di sistemi biologici è presentata nella figura 1, dove le spiegazioni sono disposte secondo un ordine gerarchico; tuttavia, non bisogna credere che i confini tra le gerarchie siano definiti con precisione, ma piuttosto in un modo che dipenderà dalla natura dei problemi sollevati e dalle tecniche usate per dar loro una risposta. Da un modello gerarchico di questo tipo si può rilevare come riduzionismo e olismo non siano attributi mutuamente esclusivi di una spiegazione o procedura; in realtà una data spiegazione risulterà piú riduzionista se la si osserva da un livello superiore, e piú olistica se da un livello inferiore. Ad esempio, la tecnica di registrazione dell'attività elettrica di una singola cellula cerebrale per determinare alcuni aspetti delle sue funzioni, sembrerà riduzionista a uno psicologo, ma olistica a un biochimico molecolare. Inoltre la tecnica sarà piú olistica se il procedimento è usato per registrare l'attività elettrica di una cellula cerebrale isolata in un animale desto, che si muove liberamente, e non quella di una cellula mantenuta in una coltura tissulare.

Si prendano in esame due eventi a livelli diversi nella gerarchia della figura 1: un mutamento fisiologico A e una situazione mentalistica B (per esempio, una variazione nell'equilibrio ormonale e l'esperienza di essere innamorati), dove i fenomeni A e B si verificano sempre insieme. In queste due descrizioni di eventi, entrambi pertinenti ai fini di una spiegazione di un rapporto interpersonale, è evidente che, pur essendo entrambe appropriate al loro livello, le due spiegazioni non si equivalgono in quanto non sono intercambiabili. Del fatto si possono dare due motivi principali: in primo luogo, ogni livello si serve di peculiari concetti e relazioni esplicative e lo spettro dei fenomeni abbracciati da tali concetti e relazioni sarà diverso a livelli diversi; in secondo luogo, il costante verificarsi di due eventi non implica una relazione causale. Si considerino i due eventi A e B.

Non è logicamente possibile supporre che l'essere innamorati provochi una variazione ormonale o viceversa (ognuno dei due casi può essere vero); inoltre, tanto A quanto B potrebbero essere causati da un evento C. A questa relazione si può attribuire solo un valore *correlativo*, espresso dalla constatazione che, se succede A, invariabilmente si verifica B, e viceversa.

Nei paragrafi seguenti si tenterà d'interpretare le scoperte relative ai vari livelli della gerarchia di funzioni del cervello nel contesto di spiegazioni delle relazioni tra la struttura del cervello e le funzioni connesse.

Le spiegazioni saranno principalmente in termini di livelli gerarchici o di relazioni correlative. Tuttavia in qualche caso si discuteranno alcuni dei problemi posti dai tentativi di correlare le scoperte relative a particolari livelli gerarchici del funzionamento del cervello con i fenomeni descritti in termini di livello diverso di funzionamento e spiegazione.

Un aspetto essenziale della critica olistica dell'approccio riduzionista alla spiegazione del cervello è che, riducendo lo studio della struttura e della funzione del cervello umano a un'indagine sulla struttura e la funzione di un insieme di parti isolate, si perdono di vista le caratteristiche umane dell'individuo.

Il risultato di tale approccio riduzionista si può osservare nel largo successo che hanno oggi descrizioni dell'uomo come «scimmia nuda». La critica olistica

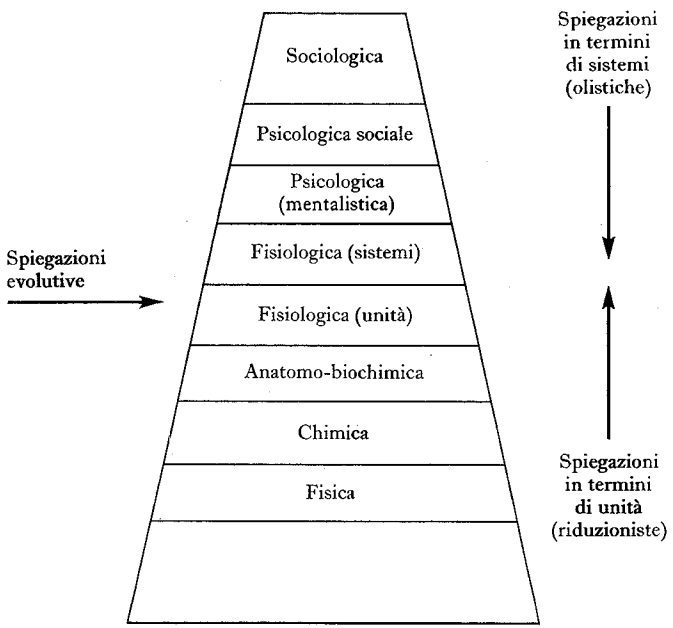


Figura 1.
Gerarchie nella spiegazione biologica del cervello. (Da Rose 1973).

non è necessariamente una critica della ricerca riduzionista in sé, ma dell'interpretazione e dell'uso improprio dei risultati delle ricerche ispirate al riduzionismo, dove non si tengono nel debito conto le limitazioni evidenti a livelli superiori di spiegazione. Gli autori di questo articolo si preoccupano di questo uso improprio delle scoperte avvenute nel quadro delle ricerche sul cervello e intendono affrontare la discussione sulla struttura e la funzione del cervello collegandola a un contesto sociale.

Nei paragrafi seguenti si descriverà lo sviluppo ontogenetico del cervello insieme al correlato sviluppo del comportamento, e si discuteranno aspetti piú particolari delle relazioni tra struttura e funzione del cervello a partire da studi a base sperimentale di determinati sistemi cerebrali. Gli aspetti della funzione del cervello che verranno discussi in questo modo sono: la localizzazione della funzione negli emisferi cerebrali; la codificazione e la rappresentazione del mondo esterno nei sistemi visivo e somato-sensoriale; il controllo del comportamento da parte del cervello, quale è esemplificato dalle funzioni motivazionali e emozionali del cervello. A un livello piú astratto si introdurranno due aspetti della struttura e funzione del cervello: la specificità e la plasticità. Infine si discuteranno alcuni aspetti del rapporto tra struttura e funzione del cervello nel piú ampio contesto della qualità dell'ambiente e della società.

Il lettore perverrà in tal modo a una comprensione della struttura generale del cervello, delle modalità di sviluppo di tale struttura, della terminologia usata per descrivere la struttura del cervello, del modo in cui sistemi di cellule nervose possono assolvere particolari funzioni nel cervello, di certi aspetti del ruolo dei fattori ambientali nello sviluppo della struttura e funzione del cervello adulto.

1. *L'elemento funzionale fondamentale del cervello: la cellula nervosa.*

Prima di affrontare il problema della struttura e della funzione del cervello è utile familiarizzarsi con la struttura e la funzione dell'elemento costitutivo di

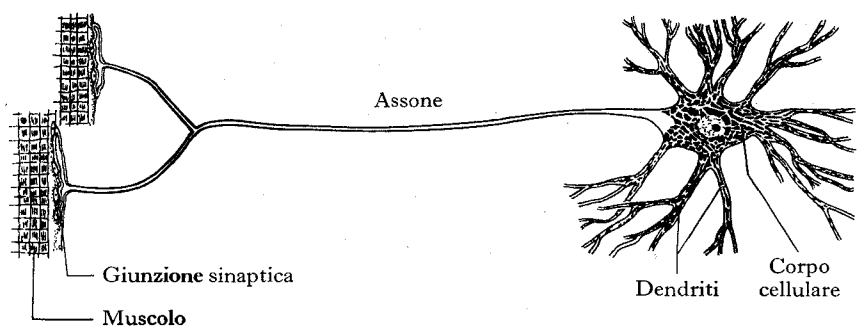


Figura 2.
Regioni della cellula nervosa. (Da Open University 1974).

base del cervello: la cellula nervosa, neurone o cellula isolata. La cellula nervosa differisce da tutte le altre cellule del corpo umano o animale per il fatto di essere elettricamente eccitabile e di avere la capacità di trasmettere impulsi elettrici a distanze considerevoli nel cervello e nel corpo. Un disegno schematico di una cellula nervosa è presentato nella figura 2, in cui sono messe in evidenza le quattro regioni della cellula nervosa di cui si tratterà in seguito. Queste quattro regioni sono: il sistema dendritico; il corpo cellulare o soma; l'assone; il sistema sinaptico.

Iniziamo con lo stadio di uscita della cellula nervosa: l'assone e il sistema sinaptico. L'assone è costruito in modo da condurre un'onda d'attività elettrica ai terminali sinaptici che si ramificano all'estremità dell'assone distale al corpo cellulare. In risposta all'arrivo di quest'onda i terminali sinaptici liberano piccole quantità di sostanze chimiche dette trasmettitori. Se la giunzione sinaptica riguarda una cellula muscolare, il trasmettitore determinerà la contrazione di quest'ultima; se la giunzione sinaptica riguarda un'altra cellula nervosa, il trasmettitore avrà due effetti possibili: ecciterà la cellula e renderà piú probabile la scarica di un'onda di attività elettrica o potenziale d'azione lungo l'assone; oppure, alternativamente, inibirà la cellula e renderà meno probabile la scarica. Gli effetti eccitatori e inibitori saranno mediati da vari tipi di trasmettitore. Ad esempio è stato dimostrato che, nel cervello, una sostanza chimica detta noradrenalina ha effetti eccitatori, mentre l'acido γ-aminobutirrico (GABA) possiede effetti inibitori.

Il corpo cellulare (cfr. fig. 3) è la regione della cellula che determina se i

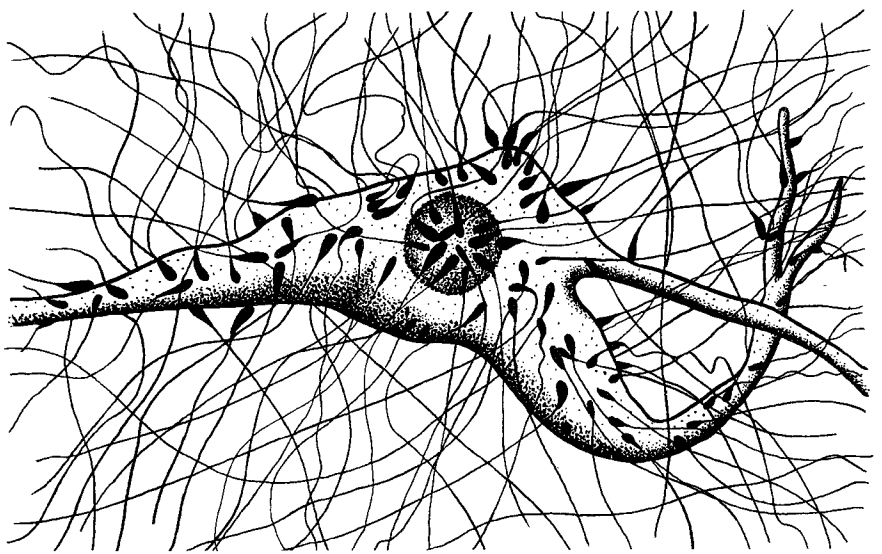


Figura 3.

Disegno di una cellula nervosa isolata nella corteccia cerebrale. Sono illustrati numerosi input sinaptici sul corpo cellulare e sui dendriti. (Da Open University 1974).

nerve spikes saranno prodotti e condotti lungo l'assone fino alle sinapsi. I corpi cellulari nel cervello hanno circa 10^5 sinapsi e vi sono tanto sinapsi inibitrici quanto sinapsi eccitatrici. Anche i dendriti possono presentare un gran numero di sinapsi eccitatrici e inibitrici. Ad ogni istante è attivo un sottoinsieme di queste sinapsi eccitatrici e inibitrici e il ruolo del corpo cellulare consiste nel mediare le opposte influenze. In situazioni di riposo, l'interno del corpo cellulare ha un potenziale elettrico negativo: influenze sinaptiche eccitatrici rendono la carica piú positiva; influenze inibitrici ne accrescono il valore negativo. Se ad un dato momento le influenze eccitatrici prevalgono e il potenziale raggiunge il livello di soglia, il corpo cellulare genera un *nerve spike* che si propagherà lungo l'assone e inevitabilmente porterà all'emissione di un trasmettitore. Nella sua continua azione di mediazione delle influenze sinaptiche afferenti eccitatrici e inibitrici il corpo cellulare può essere paragonato a un piccolo computer ed è l'unico luogo in cui si possono modificare o trasformare i messaggi neurali, poiché, una volta prodotto, il *nerve spike* si propaga lungo l'assone in modo non decrementale e determina la liberazione di una piccola quantità di trasmettitore.

La maggior parte delle cellule nervose nel cervello sono spontaneamente attive e scaricano in continuità *nerve spikes*, sia pure a bassa frequenza. L'informazione in un percorso neuronale è costituita dal passaggio da una frequenza spontanea bassa di eccitazione ad una piú elevata, con conseguente aumento nella liberazione del trasmettitore sull'elemento successivo del percorso. La figura 4 è una rappresentazione schematica di una variazione della frequenza di eccitazione di una cellula nervosa nel sistema visivo in seguito ad illuminazione dell'occhio. Se si registra l'attività elettrica delle cellule nervose mediante sottili elettrodi ed amplificatori elettrici, le scariche delle cellule nervose e degli assoni assumono un andamento a punte, come risulta dalla figura 4.

Un'altra peculiarità delle cellule nervose è quella della varietà di dimensioni e forme che si riscontra nel cervello. Neuroni con assoni lunghi assicurano la comunicazione tra regioni diverse del cervello; ad esempio, i nervi che collegano il midollo spinale ai muscoli nel corpo possono presentare assoni lunghi piú di

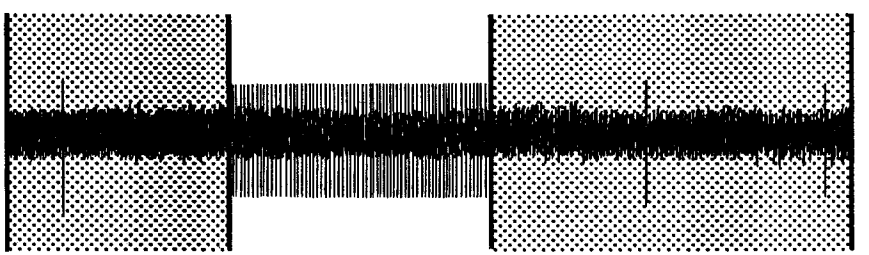


Figura 4.

Registrazione dell'attività di una singola cellula nervosa nel sistema visivo. È indicata la transizione dall'attività spontanea a un'elevata frequenza di scarica a punta (*spike-discharge*) con la comparsa di uno stimolo luminoso e il ritorno al livello spontaneo una volta cessato lo stimolo. (Da Open University 1974).

un metro. Neuroni con assoni corti assicurano invece la comunicazione interna a determinate aree cerebrali; ad essi si dà spesso il nome di interneuroni. Analogamente vi sono variazioni negli schemi dei dendriti e dei terminali sinaptici relativi alla funzione della cellula nervosa nel cervello. Si può avere un'idea della varietà delle configurazioni delle cellule nervose dal diagramma degli elementi neuronali della corteccia cerebrale tracciato nella figura 5.

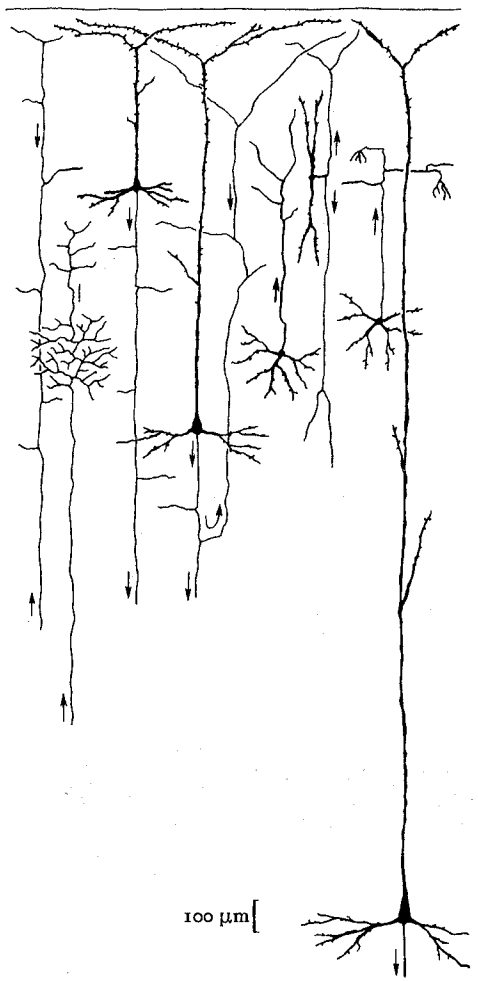


Figura 5.
Tipi di cellule nervose e loro prolungamenti nella corteccia cerebrale. (Da Shepherd 1974).

2. *Lo sviluppo del cervello umano.*

Questo paragrafo intende presentare la struttura e certi aspetti delle funzioni del cervello umano attraverso una descrizione del suo sviluppo nel quadro di quello generale dell'individuo a partire da un'unica cellula fertilizzata. Ci si servirà della terminologia accettata per contrassegnare le strutture cerebrali e, anche se la maggior parte delle strutture nominate verranno trattate piú oltre, si analizzeranno i termini e le strutture indispensabili per accedere alla letteratura neuroanatomica e neurofisiologica. Si tratterà anche dello sviluppo del comportamento che accompagna quello cerebrale in fase prenatale e postnatale, e, ove possibile, i progressi del comportamento saranno posti in relazione con la struttura cerebrale emergente o in via di maturazione. (La terminologia utilizzata è quella standard che risulta dalla figura 6).

2.1. Sviluppo ontogenetico della struttura cerebrale.

A partire dal momento della fertilizzazione dell'uovo umano, lo sviluppo embrionale procede secondo una sequenza regolare e ben ordinata. Le cellule si dividono, si differenziano e migrano formando i vari organi e strutture che costituiscono il corpo umano sino a che, ad un'epoca compresa tra i cinque e i sei mesi dal concepimento, esiste un feto riconoscibile come essere umano infantile, dotato di un repertorio comportamentale rudimentale e vitale in caso di nascita prematura. Gli aspetti di questa complessa e meravigliosa sequenza di sviluppo

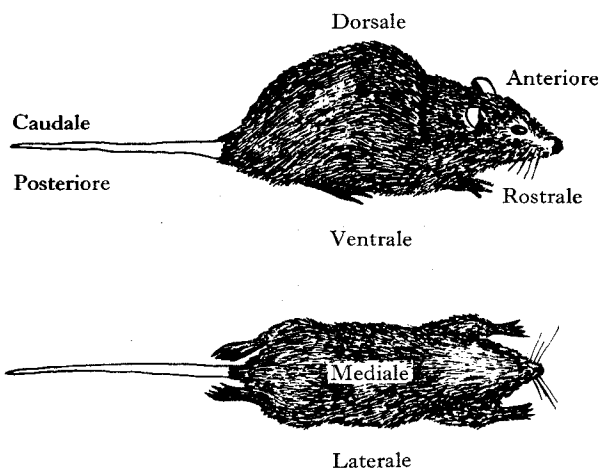


Figura 6.
Termini standard riferiti alle posizioni relative del cervello e delle strutture corporee. (Da Open University 1974).

di cui ci si occuperà sono l'evoluzione dei contenuti del cranio osseo e della colonna vertebrale: il cervello e il midollo spinale. Insieme, cervello e midollo spinale formano il sistema nervoso centrale (SNC).

Il SNC inizia a svilupparsi all'incirca quindici-diciassette giorni dopo il concepimento, con il processo di neurulazione. La neurulazione comincia con la differenziazione di un gruppo di cellule nella superficie dorsale dello strato esterno, o ectoderma, dell'embrione in sviluppo. Questo raggruppamento di cellule forma la piastra neurale (cfr. fig. 7). È da questo minuscolo insieme di cellule che finirà con lo svilupparsi l'intero sistema nervoso centrale.

Le cellule nella piastra neurale continuano ad aumentare di numero per divisione cellulare e, a circa venti giorni dal concepimento, la piastra neurale si invagina in una depressione detta doccia neurale, delimitata da due orli detti creste neurali. Il ventiduesimo giorno, le creste neurali si sono avvicinate e, nelle regioni centrali della doccia, risultano fuse a formare i rudimenti del tubo neurale. Gli stadi dello sviluppo del tubo neurale si possono osservare nella figura 8, relativa all'evoluzione del tubo neurale in un embrione di pollo, il cui schema di sviluppo non è dissimile da quello dell'embrione umano.

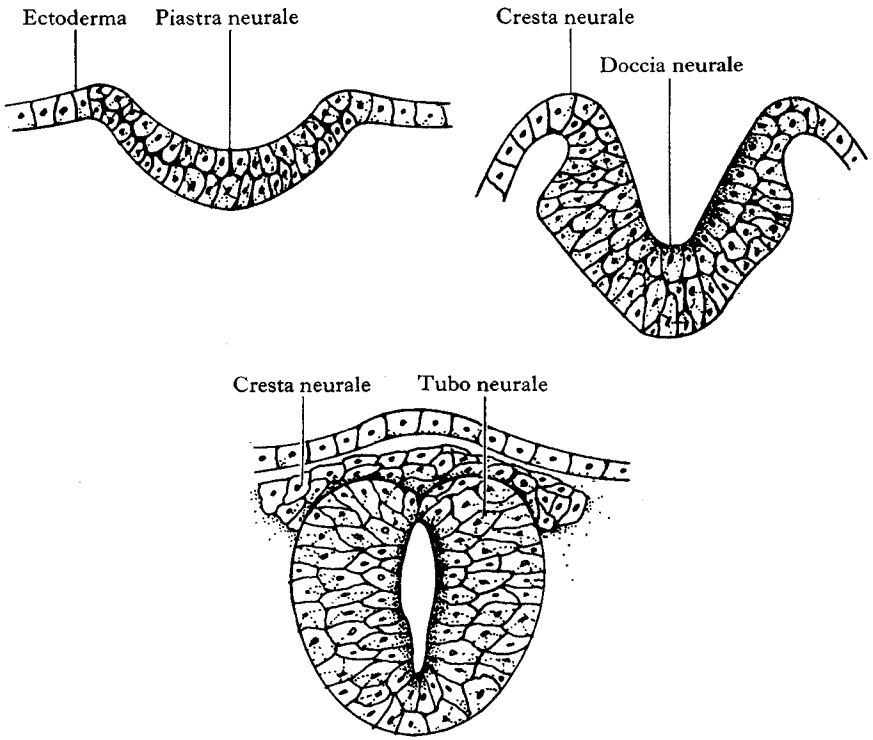


Figura 7.

Stadi dello sviluppo del tubo neurale. Il sistema nervoso si evolve dalla piastra neurale. Le creste neurali si formano nello strato superficiale dell'embrione (ectoderma) dando luogo alla doccia neurale che si incapsula, costituendo il tubo neurale. (Da Open University 1972).

Ventiquattro giorni dopo il concepimento, quando l'embrione è lungo circa cinque millimetri, la doccia neurale risulta fusa nel senso della lunghezza formando il tubo neurale, che si trova ora sotto la superficie dell'embrione. Dall'estremità anteriore di questo tubo neurale prenderanno forma i futuri contenuti del cranio, che deve ancora svilupparsi. Le sezioni posteriori del tubo costituiranno il midollo spinale, con la caratteristica struttura di coppie di nervi sensitivi e motori dipartentisi dalle superfici dorsali e ventrali del midollo spinale. Una rappresentazione schematica del midollo spinale embrionale (cfr. fig. 9) illustra le coppie a simmetria bilaterale di nervi sensitivi e motori, l'estremità anteriore da cui trarrà origine il cervello e una sezione dell'estremità posteriore per mostrare il canale ependimale. Il canale ependimale non presenta soluzioni di continuità con i ventricoli del cervello e, al pari di questi, è riempito di fluido cerebro-spinale, sottoposto a una lieve pressione positiva. Ognuna delle coppie di nervi sensitivi e motori e il segmento di midollo spinale col quale comunicano si troverà alla fine entro una determinata vertebra nella colonna vertebrale. Ogni nervo sensitivo o motore (costituito da migliaia di singoli assoni o fibre nervose) riceverà in definitiva informazioni sensoriali da una specifica regione del corpo o controllerà specifici gruppi di muscoli o ghiandole. In seguito si potranno stabilire connessioni sinaptiche tra determinati nervi sensitivi e nervi motori nell'ambito del medesimo segmento. Queste connessioni saranno la base per l'attività riflessa, quale ad esempio la ritrazione di un arto che subisce una stimolazione dolorosa. Inoltre, dalle regioni superiori del cervello si svilupperanno influssi difensivi in grado di regolare i neuroni motori nella regione ventrale del

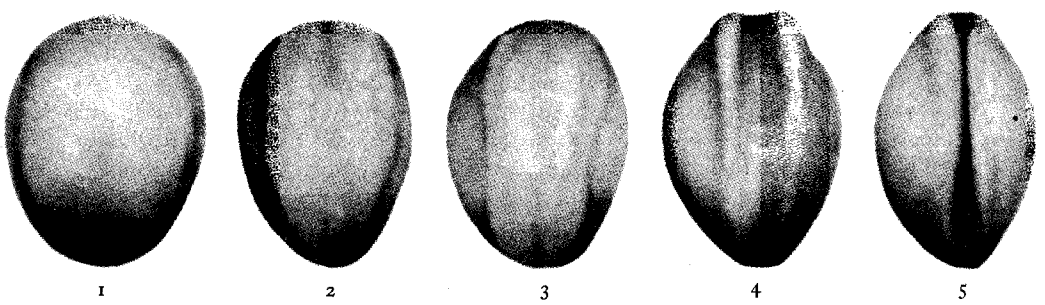


Figura 8.

Stadi dello sviluppo del tubo neurale: 1) le due creste neurali si formano nello strato ectodermico dell'embrione; 2-4) le creste neurali si spostano gradualmente fino a formare la doccia neurale; 5) gli stadi finali della doccia neurale. La regione verso la sommità dell'embrione (parte anteriore dell'organismo) evolverà nel cervello; quella inferiore nel midollo spinale. (Da Open University 1972).

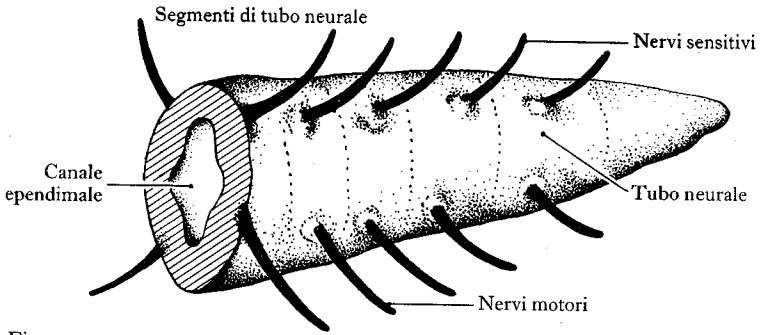


Figura 9.

Rappresentazione schematica dei nervi simmetrici dorsali e ventrali e del canale ependimale nel midollo spinale embrionale. (Da Open University 1972).

midollo spinale ed anche di modulare l'attività dei collegamenti riflessi. Il midollo spinale in questo modo fornisce i percorsi piú importanti per l'immissione e l'emissione di informazioni nel e dal SNC e assicura un legame tra l'attività operativa del cervello e le sue funzioni di controllo del comportamento.

Nel suo stadio piú primitivo, il cervello embrionale che si va formando all'estremità anteriore del tubo neurale è formato da tre vescicole. Tali vescicole, illustrate schematicamente nella figura 10, sono definite proencefalo, mesencefalo e rombencefalo; o meglio, cervello anteriore, cervello medio e cervello posteriore. Questo cervello embrionale a tre vescicole contiene un numero di cellule calcolabile nell'ordine delle migliaia: da queste poche cellule, nel susseguente periodo di otto mesi, si formeranno approssimativamente 10^{10} cellule nervose, con un tasso medio di produzione pari a cinquecento cellule nervose al secondo! Ognuna delle tre vescicole si espanderà e differenzierà formando la varietà di strutture che è caratteristica del cervello umano. Le fasi in questo processo e lo sviluppo di alcune di queste strutture verranno descritti nei paragrafi successivi.

In ciascuna delle tre vescicole la divisione e la differenziazione si verificano secondo due tipi cellulari principali: i neuroblasti e i glioblasti. I neuroblasti sono i precursori delle cellule nervose o neuroni. Questi ultimi rappresentano l'elemento funzionale fondamentale del SNC e godono dell'importante proprietà di essere elettricamente eccitabili. I glioblasti sono i precursori delle cellule gliali che, a differenza dei neuroni, non sono eccitabili elettricamente, ma assolvono nel cervello funzioni di sostegno. Nel cervello adulto, le cellule gliali sono tra dieci e cento volte piú numerose di quelle nervose. Una delle principali funzioni delle cellule gliali è assolta da una classe di cellule dette oligodendrociti. Esse si avvolgono attorno agli assoni delle cellule nervose: questo processo si definisce mielinizzazione e il rivestimento risultante è chiamato guaina mielinica. Un importante compito della mielinizzazione degli assoni nervosi ad opera degli oligodendrociti che li rivestono consiste nell'isolamento degli assoni nervosi, salvo in determinati punti detti nodi di Ranvier; di conseguenza, il potenziale d'azione

nervoso «salta» da un nodo al successivo, anziché percorrere l'intera lunghezza dell'assone. Questo «salto» dall'uno all'altro nodo abbrevia efficacemente la distanza che il potenziale d'azione deve coprire e in tal modo accresce utilmente la velocità di conduzione dell'impulso nervoso.

Le guaine mieliniche che ricoprono gli assoni nervosi hanno un caratteristico colore biancastro e formano la base della distinzione corrente tra sostanza bianca e grigia nel cervello. La sostanza grigia è costituita principalmente da corpi cellulari nervosi, mentre quella bianca è composta dagli assoni rivestiti di mielina.

I neuroblasti e i glioblasti aumentano di numero grazie alla mitosi nel corso di periodi distinti dello sviluppo del cervello. Dopo la neurulazione si verifica un massiccio incremento nella divisione e differenziazione dei neuroblasti, che si prolunga per circa cinque mesi. Sei mesi dopo il concepimento il ritmo di aumento del numero delle cellule nervose ha superato il culmine, e diminuisce drasticamente: il numero delle cellule nervose ha quasi raggiunto il massimo. Il periodo aureo della divisione e differenziazione dei glioblasti ha inizio approssimativamente sette mesi dopo il concepimento e si protrae sino a circa tre-quattro anni dopo la nascita.

Nei venti-trenta giorni seguenti la comparsa del cervello a tre vescicole, i neuroblasti si dividono e migrano verso la posizione che occuperanno nel cervello adulto, mentre si formano le strutture dell'architettura cellulare definitiva. Inoltre in questo periodo nel midollo spinale embrionale si sviluppano precocemente i collegamenti neurali con la muscolatura in formazione, spesso prima che le cellule muscolari nel corpo abbiano assunto la posizione definitiva.

Cinquanta-sessanta giorni dopo il concepimento, quando l'embrione viene classicamente ribattezzato feto, il cervello a tre vescicole si è trasformato in un

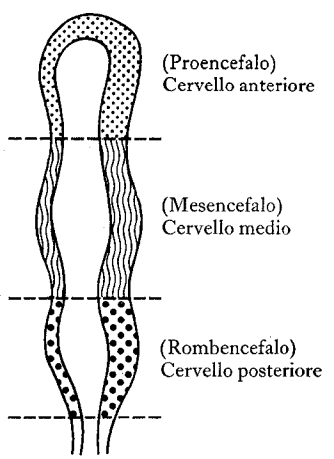


Figura 10.

Le tre regioni del cervello a tre vescicole che si sviluppano nella parte anteriore del tubo neurale. (Da Open University 1972).

cervello a cinque vescicole. La parte anteriore e quella posteriore del cervello a tre vescicole hanno dato ciascuna origine a due strutture. Il cervello anteriore si sviluppa nel telencefalo e nel diencefalo; il cervello posteriore nel metencefalo e nel mielencefalo. Questi termini anatomici si riferiscono a regioni del cervello che a loro volta contengono un certo numero di strutture diverse, come illustrato nella figura 11.

Dalla zona telencefalica del cervello anteriore si formeranno gli emisferi cerebrali, circonvoluzioni di cellule e fibre nervose che in ultima analisi, insieme a strutture quali l'ippocampo e i corpi striati, presiederà sia al funzionamento che all'aspetto esterno del cervello.

Al termine dello sviluppo la regione diencefalica conterrà gruppi di cellule nervose costituenti il talamo e strutture come l'ipotalamo. Il talamo fornisce una stazione intermedia nella trasmissione e nell'analisi dell'informazione proveniente da occhi, orecchie e recettori sensoriali nel corpo, prima che questa raggiunga gli emisferi cerebrali; l'ipotalamo, insieme ad altre strutture, complessivamente note come sistema limbico, svolge un ruolo importante nella regolazione della motivazione del comportamento e nell'espressione del comportamento emozionale.

Due interessanti strutture che prenderanno corpo nella regione metencefalica del cervello posteriore sono il ponte e il cervelletto. Il ponte è costituito da un insieme di gruppi di corpi cellulari nervosi, detti anche nuclei, e da tratti di fibre nervose ascendenti e discendenti. Tra i nuclei pontini alcuni sembrano controllare i vari stadi del sonno; i tratti fibrosi in questa regione appartengono ad assoni nervosi che trasmettono informazioni sensoriali alle zone superiori del cervello a partire dal midollo spinale e informazioni che vanno dal cervello al midollo spinale per regolare l'attività muscolare. Il cervelletto – una protuberanza nella

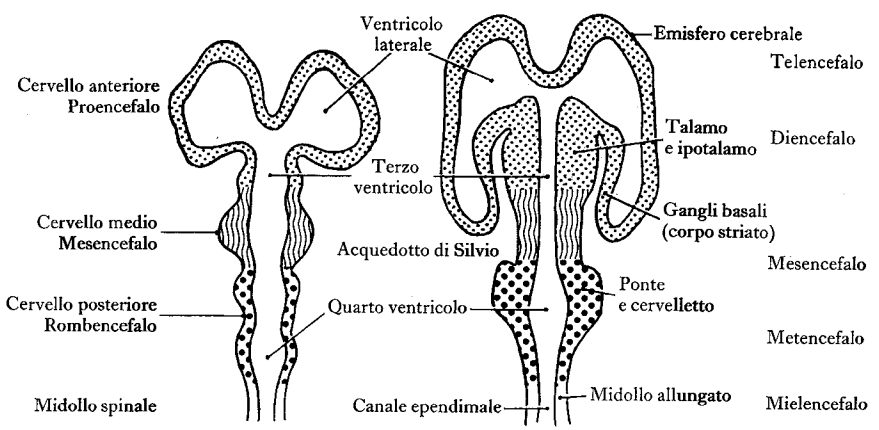


Figura 11.

Stadi dello sviluppo del cervello a cinque vescicole dal cervello a tre vescicole. Per i particolari cfr. il testo. (Da Open University 1972).

superficie dorsale del ponte – si sviluppa dopo la maggior parte delle strutture cerebrali, ed è una struttura complessa posta al di sotto degli emisferi cerebrali (cfr. fig. 12), che presenterà connessioni con le regioni sensitive e motrici del cervello e svolgerà un ruolo coordinatore nel controllo del movimento.

La regione mielencefalica del cervello posteriore, nota nel suo insieme come midollo o midollo allungato, contiene nuclei preposti al controllo di attività e funzioni corporee, come il ritmo cardiaco, la pressione sanguigna, la temperatura, la vasodilatazione e la conduzione, nonché tratti fibrosi discendenti e ascendenti.

Il mesencefalo – unica regione del cervello vescicolare che non si differenzi in parti anatomicamente distinguibili – formerà strutture quali i tubercoli quadrigemini superiore e inferiore, che, insieme ai nuclei nel talamo, assolvono una funzione importante nell'analisi e trasmissione subcorticali delle informazioni sensoriali visive e uditive. Un'altra importante struttura posta nella regione mesencefalica del cervello, in continuità con il talamo nel diencefalo e con il midollo allungato, è la formazione reticolare (cfr. fig. 12). La formazione reticolare riceve impulsi da tutti i sistemi sensoriali e invia segnali che salgono a gruppi di nuclei nel talamo, che a loro volta li proiettano alla corteccia cerebrale, e discendono anche al midollo spinale. Esperimenti condotti su animali hanno dimostrato che la formazione reticolare assolve un compito importante nella regolazione del livello di attività neuronale del SNC: lesioni della formazione reticolare provocano nell'animale uno stato permanentemente comatoso, mentre la stimolazione

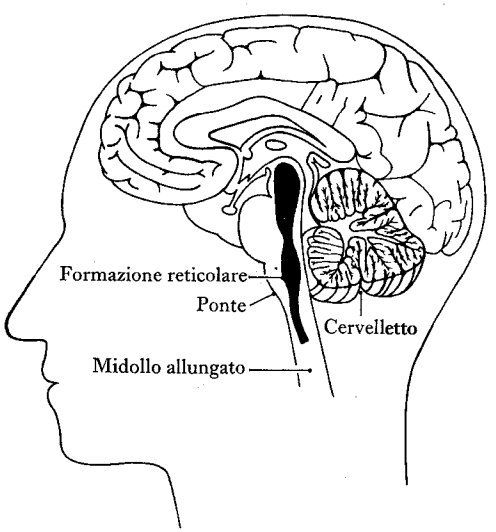


Figura 12.

Rappresentazione schematica di strutture mediane nel cervello umano. (Adattato, da Open University 1974).

della formazione reticolare determina un comportamento di allarme, con caratteristici incrementi nelle attività elettriche complessive del cervello.

Le relazioni evolutive tra le regioni dei cervelli a tre e cinque vescicole si possono rilevare dalla figura 11. Un altro aspetto dello sviluppo del cervello a cinque vescicole ricavabile dalla figura è la formazione del sistema ventricolare cerebrale, che si prolunga nel canale ependimale situato nel midollo spinale. Il canale ependimale sfocia nel quarto ventricolo, posto nella regione cerebrale posteriore dei cervelli a tre e cinque vescicole. Il quarto ventricolo si restringe alla giunzione tra cervello posteriore e cervello medio al livello dell'estremità anteriore del ponte, formando l'acquedotto di Silvio, una piccola apertura nel terzo ventricolo. I primi due ventricoli corrispondono ai due ampi spazi pieni di fluido che raggiungono il massimo sviluppo entro gli emisferi cerebrali nel cervello a cinque vescicole e non sono numerati separatamente. I ventricoli e il canale ependimale sono riempiti di un fluido detto fluido cerebro-spinale (FCS), la cui composizione è simile a quella del fluido che bagna le superfici extracellulari delle cellule nervose e gliali nel cervello. Il FCS è secreto da una struttura specializzata nota come plesso coroide, posta all'interno dei ventricoli. Il FCS ha una funzione nutritiva e di sostegno, e offre anche un percorso grazie al quale un certo numero di regioni cerebrali, aggettanti sui ventricoli, possono esercitare un controllo reciproco secernendo nel FCS ormoni specializzati.

Un evento precoce nello sviluppo del cervello a cinque vescicole, ventiquattro giorni dopo il concepimento, è la comparsa di una coppia di strutture – dette calici ottici – nella regione mesencefalica del cervello anteriore (cfr. fig. 13). I calici ottici dànno infine luogo alle strutture fotosensibili dette retine, che in seguito si fonderanno con apparati capaci di focalizzare la luce in modo da formare un occhio rudimentale, e migreranno fino ad assumere le posizioni defini-

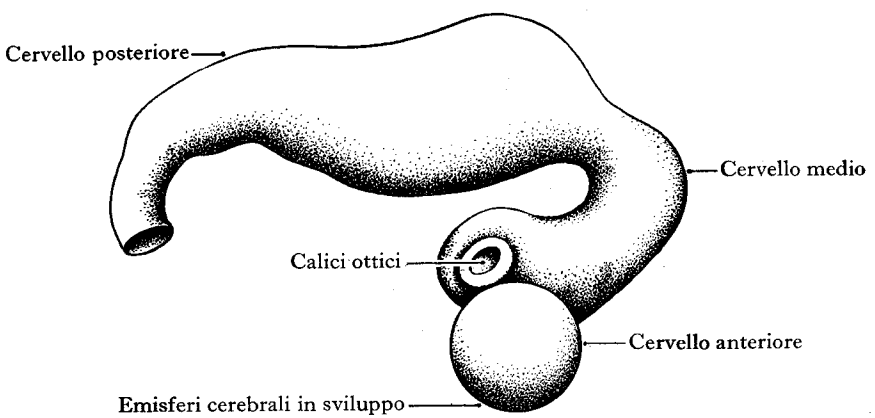


Figura 13.
Aspetto del cervello a cinque vescicole nell'embrione umano di cinque-sei settimane. (Da Open University 1972).

tive nelle orbite. Le retine sono collegate alla regione talamica del diencefalo mediante i nervi ottici e tratti ottici. I nervi ottici sono spesso indicati come la seconda coppia di nervi cranici: in tutto vi sono dodici nervi cranici, i quali assicurano alla regione cefalica del corpo stimoli sensitivi e risposte motrici che non viaggiano lungo il midollo spinale, ma giungono direttamente al cervello. Si dànno alcuni esempi delle funzioni dei nervi cranici: il primo nervo cranico, detto olfattivo, è un nervo puramente sensitivo che convoglia informazioni relative al senso dell'odorato al bulbo olfattivo, che a sua volta trasmette gli impulsi nervosi a zone della corteccia cerebrale e a strutture subcorticali costituenti parti del sistema limbico, quali il setto e l'amigdala. Del secondo nervo cranico, detto ottico, si è già detto: si tratta di un nervo esclusivamente motore, che collega l'occhio con un nucleo nella regione talamica del diencefalo, noto come nucleo genicolato laterale. A sua volta, quest'ultimo ritrasmette l'impulso nervoso al polo posteriore dell'emisfero cerebrale. Il secondo nervo cranico invia anche una frazione delle sue fibre a una struttura mesencefalica, il tubercolo quadrigemino. Il terzo nervo cranico, detto oculomotore, fornisce il primo esempio di nervo misto con funzioni sia sensitive che motrici: esso controlla movimenti dei muscoli oculari e trasmette inoltre al cervello informazioni sulle posizioni di tali muscoli, ricavandole da terminazioni sensorie specializzate nei muscoli oculari. Singole fibre nervose in un nervo misto trasmettono impulsi nervosi soltanto in una direzione: la loro funzione è quindi o sensitiva o motrice.

Proseguendo con lo sviluppo del cervello a cinque vescicole, trentacinque giorni dopo il concepimento il cervello in via di sviluppo è troppo ampio per disporsi in posizione rettilinea e il tubo inizia a ripiegarsi su se stesso formando due circonvoluzioni distinte: una nella regione del cervello posteriore, alla giunzione tra midollo allungato e ponte; l'altro nella regione del cervello medio (cfr. fig. 13). Queste circonvoluzioni si sviluppano ulteriormente, sino a che nel cervello maturo l'asse del cervello rispetto al midollo spinale forma un angolo di novanta gradi.

All'incirca trentasette giorni dopo il concepimento, quando l'embrione è lungo circa undici millimetri, le pareti del telencefalo generano gli ispessimenti dai quali si formano strutture cui si dà il nome di ippocampo e gangli basali. È stato dimostrato che l'ippocampo interviene in funzioni memorizzatrici del cervello e che i gangli basali sono interessati al controllo del movimento. Dopo trentasette-quaranta giorni, gli emisferi cerebrali si vanno ingrandendo rapidamente e iniziano a sovrapporsi al mesencefalo. Lo schema di sviluppo degli emisferi cerebrali dal terzo mese di gravidanza alla nascita è illustrato nella figura 14. Il loro caratteristico aspetto corrugato, che diviene prevalente a quattro-cinque mesi, deriva dal ripiegamento dello strato corticale di tessuto neurale in creste (circonvoluzioni) e depressioni (solchi). Questo corrugamento massimizza il volume dello strato di tessuto neurale costituente la corteccia ottenibile all'interno del cranio. Nel sesto mese, periodo in cui la produzione di cellule nervose è quasi completa, il peso del cervello è ancora pari a meno di un dodicesimo di quello adulto. Gli ultimi aumenti delle dimensioni del cervello e delle circonvoluzioni della corteccia cerebrale si determinano grazie alla grande accelerazione della produzione di cellule gliali che si verifica intorno al settimo mese e al successivo

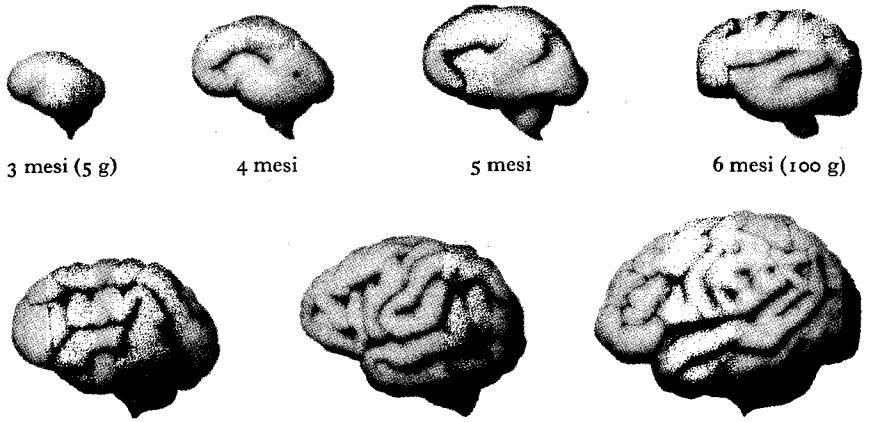


Figura 14.
Stadi dello sviluppo degli emisferi cerebrali del cervello umano da tre mesi alla nascita (alla nascita il cervello ha il 25 per cento circa del suo peso adulto). (Da Open University 1972).

incremento delle dimensioni delle cellule sia nervose che gliali, nonché allo sviluppo dei processi dendritici.

La maggior parte degli aspetti caratteristici delle circonvoluzioni del cervello adulto (illustrati nella figura 16) si può osservare nel cervello fetale di otto mesi, benché i lobi frontale e temporale siano ancora relativamente piccoli in confronto di quelli dell'individuo adulto, e benché l'area superficiale totale della corteccia sia tuttora molto inferiore al valore finale.

2.2. Comportamento controllato dal cervello prenatale.

Partendo dal presupposto che il comportamento embrionale dev'essere sostenuto da strutture del SNC in grado di funzionare, in quale misura lo sviluppo del comportamento può essere collegato con la formazione della struttura cerebrale nel corso dell'evoluzione embrionale e fetale?

Alcuni semplici aspetti della funzione del SNC fanno la loro comparsa sin dalle prime fasi dello sviluppo del feto. In effetti, il sistema circolatorio e quello nervoso sono i primi ad entrare in azione nella vita embrionale, mentre il battito cardiaco ha inizio nella terza settimana dal concepimento. Entro il secondo mese si verifica una reazione di fuga (la ritrazione della regione della mano per contrazione dei muscoli del collo) se si applica uno stimolo sgradevole al labbro superiore dell'embrione. Gli sviluppi che provocano tale comportamento riflesso implicano già la differenziazione di semplici connessioni – dette archi riflessi – nel midollo spinale e in aree inferiori del cervello, nonché l'esistenza di connessioni sinaptiche e attività interneuronali atte a produrre movimenti muscolari coordinati.

Si espande gradualmente anche l'area di sensibilità che presiederà all'attività riflessa sinché, giunti alla quattordicesima settimana, toccando il viso dell'embrione si provocherà non soltano la rotazione del capo, ma anche lo stiramento del corpo, l'estensione delle braccia alle spalle e la rotazione del bacino, con un moto di allontanamento rispetto allo stimolo. A undici settimane dal concepimento, il feto compirà movimenti di deglutizione se si toccano le regioni labiali; a ventidue, protenderà e contrarrà le labbra; a ventinove, produrrà movimenti di suzione e suoni. Alla dodicesima settimana, scalcerà; alla tredicesima i muscoli del diaframma daranno origine alla sequenza respiratoria. Continuando lo sviluppo del feto, l'intera gamma dei sistemi riflessi semplici e complessi viene messa a punto nell'imminenza della nascita.

2.3. Sviluppi postnatali nella struttura cerebrale e nel comportamento.

In questa produzione sequenziale di riflessi il dramma della nascita rappresenta di per sé soltanto un episodio, sia pure molto importante, in cui si avvia lo sviluppo di tutto un nuovo assetto, mentre mostrano la loro utilità i riflessi sinora non sfruttati nell'ambiente protetto dell'utero (ad esempio il riflesso di suzione). I riflessi respiratori e digestivi, l'urinazione e la traspirazione sono ora pienamente operanti. Nessuno di questi riflessi dipende dalla corteccia; essi sono mediati da regioni inferiori del cervello: il midollo allungato, il ponte e il cervello medio (ad esempio, i bambini nati senza corteccia cerebrale presentano questi riflessi). Si ipotizza quindi che le attività del neonato siano controllate principalmente dal midollo spinale e dalla parte inferiore del tronco cerebrale. Può darsi che sia implicato anche il talamo, ma la corteccia cerebrale ha un ruolo molto limitato nella vita del neonato.

La corteccia del resto non è tutta ugualmente sviluppata alla nascita; la corteccia motoria è sviluppata in modo piú completo della corteccia temporale e occipitale. La parte piú matura della corteccia motoria è la regione che in seguito controllerà i movimenti della parte superiore del corpo. L'area sensitiva principale della corteccia si evolve immediatamente dopo, seguita dall'area visiva. In termini funzionali, ciò fa pensare che per il neonato sia estremamente importante possedere una coordinazione motoria della parte superiore del corpo. Anche se è senz'altro probabile che un bambino possa «vedere» alla nascita, in quanto risponde alla stimolazione visiva, dal momento che le aree visive non sono ben sviluppate l'informazione visiva non svolgerà un ruolo importante nel determinare il comportamento.

A tre mesi dalla nascita si riscontra un quadro alquanto diverso sia per quanto riguarda lo sviluppo degli emisferi cerebrali sia per quanto concerne il comportamento. La corteccia cerebrale si è espansa in seguito alla crescita dei prolungamenti neuronali dendritici e assonici e le cellule gliali si stanno ancora moltiplicando a ritmo intenso. I neuroni delle regioni motorie sono ben sviluppati, in particolare quelli che controllano la mano; segue lo sviluppo delle regioni regolanti il tronco, le braccia, gli avambracci, il capo e le gambe. Gli assoni dei

neuroni di queste regioni cominciano a mostrare tracce di mielinizzazione, progredita soprattutto nelle regioni che presiedono al tronco, alle braccia e agli avambracci. I neuroni delle aree degli emisferi cerebrali di cui è stata dimostrata la funzione essenziale nell'elaborazione dei movimenti del linguaggio non hanno ancora raggiunto un grado di sviluppo significativo.

Uno schema piú o meno parallelo di sviluppo si osserva nelle regioni degli emisferi cerebrali che ricevono informazioni sensoriali dalla superficie del corpo. I neuroni dell'area della corteccia che riceve informazioni sensoriali provenienti dalla parte superiore del corpo e dalle mani sono relativamente ben formati, mentre le zone della testa e delle gambe sono meno avanzate. Anche la corteccia uditiva si è sviluppata in modo significativo, mentre quella visiva presenta una struttura meno elaborata. È iniziato lo sviluppo dei percorsi assonici tra le varie regioni corticali nonché tra la corteccia e le zone subcorticali e viceversa (in particolare i percorsi sensoriali dalla parte superiore del corpo). Un analogo schema differenziale si riscontra anche nel grado di mielinizzazione dei nervi sensitivi: i piú avanzati sono quelli che trasmettono informazioni dalla parte superiore del corpo, mentre la mielinizzazione dei nervi acustici e visivi è in fase arretrata.

A partire dal terzo mese lo sviluppo del cervello e del comportamento procede parallelamente. I dendriti e gli assoni dei neuroni continuano ad accrescersi in lunghezza, spessore e grado di mielinizzazione in tutte le parti della corteccia. Prosegue la moltiplicazione delle cellule gliali. La sequenza del modulo evolutivo della corteccia è sempre tale che la corteccia motoria e la corteccia sensitiva primaria sono piú progredite delle altre regioni corticali, ma a partire dal sesto mese alcune delle zone «arretrate» cominciano a riguadagnare il tempo perduto e un numero crescente di attività somatiche passa sotto il controllo delle strutture corticali in via di maturazione. A sei mesi il bambino medio europeo o americano è in grado di estendere le dita o di opporre i pollici ed afferrare oggetti visti. Alla stessa età l'infante medio può rotolarsi e stare seduto senza sostegno. È quindi possibile stabilire una relazione sia pure generica tra lo schema di sviluppo di comportamenti rudimentali, quali quelli osservati quando l'infante per la prima volta acquisisce il controllo di parti del corpo, e gli schemi di crescita e mielinizzazione differenziale di certe regioni della corteccia. Questi aspetti dell'evoluzione comportamentale nei primi sei mesi d'età e nei successivi quattro anni sono ben documentati, al pari degli sviluppi delle caratteristiche principali della struttura del cervello umano, come la crescita delle cellule neuronali e gliali e la progressiva mielinizzazione degli assoni nervosi sensitivi e motori [cfr. Piaget 1923; Bruner e altri 1956].

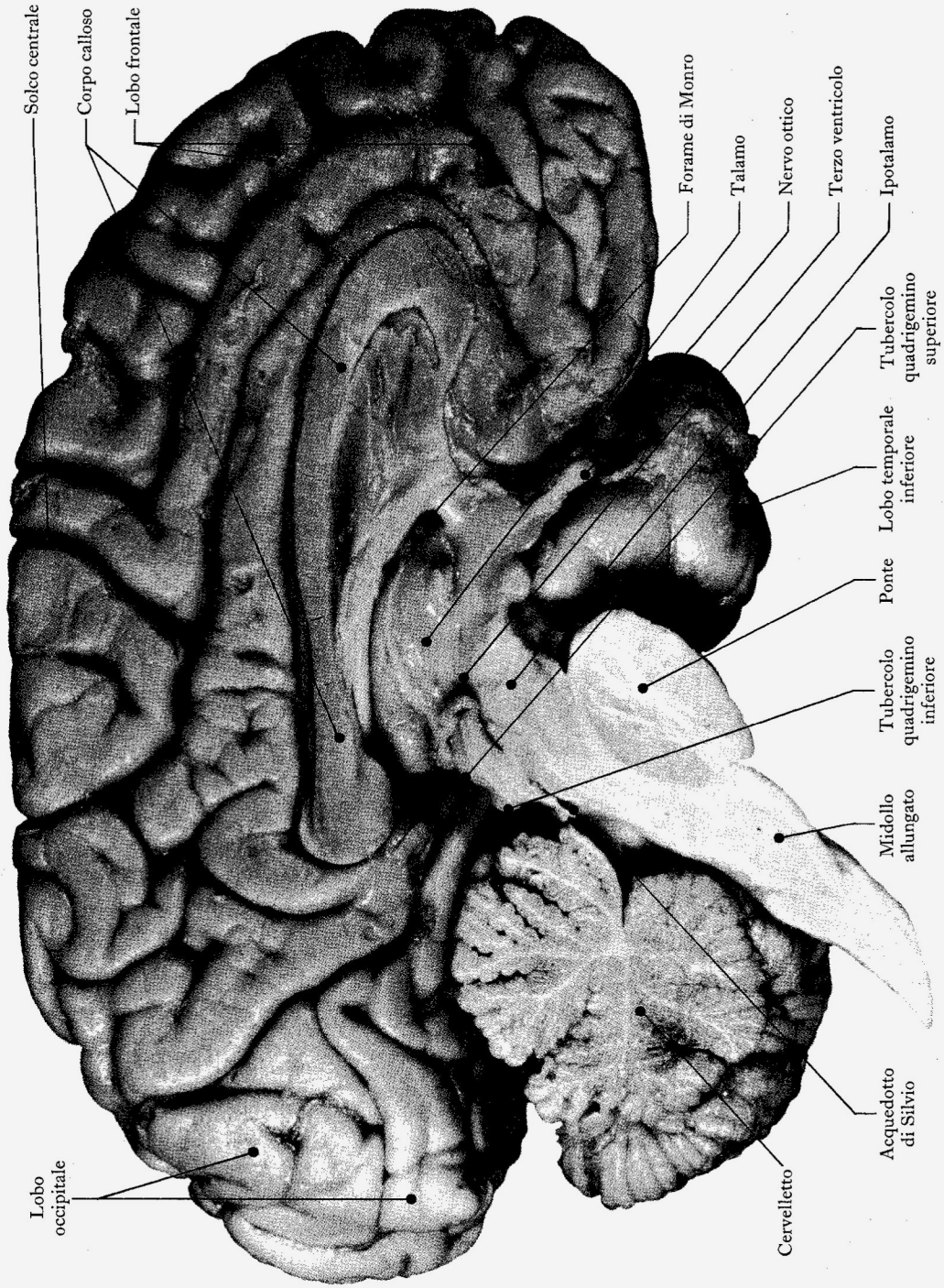
Tuttavia, quando si tenta di correlare aspetti piú sottili del comportamento – in particolare l'emergere del comportamento denotante lo sviluppo della rappresentazione interna del mondo esterno e l'avvio di quelle operazioni interne riconosciute come punti di partenza per ciò che in generale è definito pensiero – con gli sviluppi ininterrotti della struttura del cervello, insorgono difficoltà.

Si tratta di problemi relativi tanto alla descrizione e misura dei comportamenti quanto all'identificazione e valutazione degli aspetti pertinenti del cervello in sviluppo. Iniziando dalle caratteristiche del cervello in sviluppo, si può osservare che, mentre è relativamente facile effettuare misurazioni delle dimensioni dei neuroni e stimare il livello di mielinizzazione dei loro assoni, molto piú difficoltose si presentano l'identificazione e la misurazione degli aspetti piú fini del cervello in sviluppo. Ad esempio peculiarità della corteccia in evoluzione sono la comparsa e l'aumento delle connessioni sinaptiche tra le cellule nervose. Ove tali connessioni si stabiliscono con i dendriti delle grandi cellule piramidali (cosiddette per la forma; i loro assoni forniscono una importante fonte di messaggi in partenza dalla corteccia), esse si realizzano invariabilmente su espansioni specializzate dette spine dendritiche: il numero di queste ultime può essere facilmente misurato nelle grosse cellule piramidali. Tuttavia le connessioni sinaptiche col corpo cellulare non sono associate al processo spinoso, ma risultano caratteristiche dei dendriti e, poiché nelle grosse cellule possono assommare a circa 10^5 (cfr. fig. 3), ciò costituisce un reale problema nella stima del loro numero. Tali difficoltà sono ulteriormente complicate da un altro problema, ossia dal fatto che l'esistenza di una connessione sinaptica vista al microscopio non significa necessariamente che si tratti di una connessione funzionale. Di recente si è ipotizzato che alcune aree del cervello, in special modo il midollo spinale e la corteccia, contengano un buon numero di sinapsi «mute» che diventano funzionali soltanto in condizioni piuttosto estreme, come in seguito a lesioni a parti del cervello o ai suoi sistemi sensitivi.

Oltre ai problemi d'identificazione e misura dei mutamenti piú fini nel sistema di collegamenti sinaptici cerebrali che certamente si verificano nel corso del periodo precedente l'adolescenza e la maturità, vi sono anche difficoltà nel definire importanti modificazioni comportamentali.

Una cosa che complica l'analisi degli sviluppi comportamentali è il fatto che quando si abbandona il campo delle semplici risposte senso-motorie per tracciare una mappa dei piú complessi sviluppi successivi diventa piú difficile l'esame di questi sviluppi in termini di risposte «tipiche». Ogni schema comportamentale si estrinsecherà entro ampi limiti di tempo nella popolazione presa in esame: l'evoluzione di uno schema di comportamento in un determinato bambino dipenderà da circostanze particolari, tali da accelerare l'uso della parola in alcuni, ritardare la deambulazione in altri, e cosí via. Inoltre, nella valutazione dello sviluppo degli schemi di comportamento si deve tenere presente la possibilità che essi siano «legati alla cultura». In tutte le culture ci si aspetta che determinate capacità si manifestino in momenti particolari, ma varia l'epoca prevista della loro comparsa. In periodi storici diversi e in culture diverse ci si aspetta che i bambini camminino in stadi diversi dello sviluppo, e le loro *performances* si adeguano entro certi limiti a quelle aspettative.

Un esempio di variazione nelle *performances* di gruppi razziali diversi è il fatto, sottolineato da Geber e Dean, che a giudicare dallo spettro di comportamenti presentato, il neonato nero africano è da quattro a otto settimane piú maturo del bambino europeo caucasico. Non è possibile determinare quanto questa differenza sia ambientale o in quale misura siano implicati fattori genetici, e, come si vedrà nel § 5, il problema rischia di imporre una falsa dicotomia tra fattori genetici e ambientali, ed è privo di significato.



2.4. Aspetti della struttura del cervello adulto.

La figura 15 mostra una fotografia dell'aspetto mediale dell'emisfero destro di un cervello umano. Per ottenere quest'immagine il cervello, simmetrico bilateralmente rispetto alla scissura mediana, è stato sezionato secondo un piano tracciato verticalmente lungo la scissura mediana che separa i due emisferi cerebrali. Con tale sezione si ottengono due metà speculari, in ognuna delle quali strutture simili si trovano in posizioni simmetriche. La prima struttura incontrata nel praticare la sezione è il corpo calloso. Il corpo calloso è una massiccia lamina di fibre nervose mielinizzate colleganti i due emisferi cerebrali. Esso è percorso da fibre nervose che collegano determinati punti di un emisfero con punti identici dell'altro. La comunicazione tra i due emisferi è bidirezionale, benché, come dovrebbe risultare da quanto precede circa la propagazione del potenziale d'azione nervoso, in ogni assone nervoso la trasmissione degli impulsi nervosi sia unidirezionale. Nel piano di questa sezione condotta attraverso il cervello il corpo calloso forma il tetto del terzo ventricolo e la cavità ventricolare è facilmente individuabile immediatamente al di sotto dell'estremità tagliata del corpo calloso. Il quarto ventricolo si può scorgere immediatamente al di sotto della splendida struttura arborescente del cervelletto; il collegamento tra il terzo e il quarto ventricolo – l'acquedotto di Silvio – è rastremato all'estremità anteriore del quarto ventricolo. La congiunzione tra il terzo ventricolo e il ventricolo laterale dell'emisfero – forame di Monro – viene indicata nella figura, anche se il ventricolo laterale non è visibile in questa particolare sezione.

Nella struttura arborescente del cervelletto è evidente un'importante distinzione tra tipi di tessuto neurale, quella tra sostanza bianca e sostanza grigia: la prima costituisce i «rami», la seconda le «foglie». La distinzione dipende dalla presenza delle guaine mieliniche (cfr. § 1) che formano un rivestimento biancastro attorno agli assoni nervosi. Il significato della differenziazione è che le zone di sostanza bianca indicano un elevato contenuto di neuriti e sono quindi implicate negli impulsi d'entrata e d'uscita e nell'intercomunicazione tra le restanti aree di sostanza grigia, sede di un'elevata densità di corpi cellulari nervosi non mielinizzati.

Prendendo in esame le regioni del ponte e del midollo del tronco cerebrale sezionato si può osservare che la maggior parte di queste aree sono di colore biancastro, con zone piú scure disperse nella massa. La predominanza di sostanza bianca in queste regioni è dovuta al fatto che esse sono attraversate dagli assoni nervosi trasportanti informazioni sensoriali dal midollo spinale al talamo nonché dai nervi motori che portano ordini al midollo spinale.

Altri particolari rilevabili dalla fotografia (già discussi nel paragrafo sullo sviluppo del cervello) sono i nervi ottici che vanno verso i corpi genicolati laterali del talamo; inoltre, l'ipotalamo e i tubercoli quadrigemini superiore e infe-

Figura 15.
Vista mediana del cervello umano.

riore. Peculiarità della corteccia cerebrale indicate nella fotografia e che verranno trattate in paragrafi successivi sono la corteccia occipitale – l'area visiva primaria della corteccia –; il solco centrale, che contrassegna la giunzione tra le aree sensitive e motrici della corteccia; il lobo frontale; la parte mediana del lobo temporale. Il lobo temporale verrà discusso piú oltre in considerazione della sua vicinanza all'ippocampo, posto proprio sotto questa regione della corteccia.

La veduta laterale del cervello umano è rappresentata schematicamente nella figura 16. Le depressioni nelle sinuosità corticali dette solchi e le circonvoluzioni – le creste di tessuto neurale tra i solchi – costituiscono punti di riferimento standard usati per identificare le regioni della corteccia. Tradizionalmente si individuano quattro lobi nella corteccia cerebrale: frontale, temporale, occipitale e parietale. Una localizzazione piú precisa è però data a partire dai singoli solchi e circonvoluzioni. Questi possono essere utilizzati per contrassegnare particolari regioni del cervello preposte a determinate funzioni, come nel caso che si è visto del solco centrale prominente delimitato dalle circonvoluzioni precentrale e postcentrale. Una striscia di corteccia nella circonvoluzione precentrale è stata identificata come corteccia motoria. I neuroni in questa regione della corteccia,

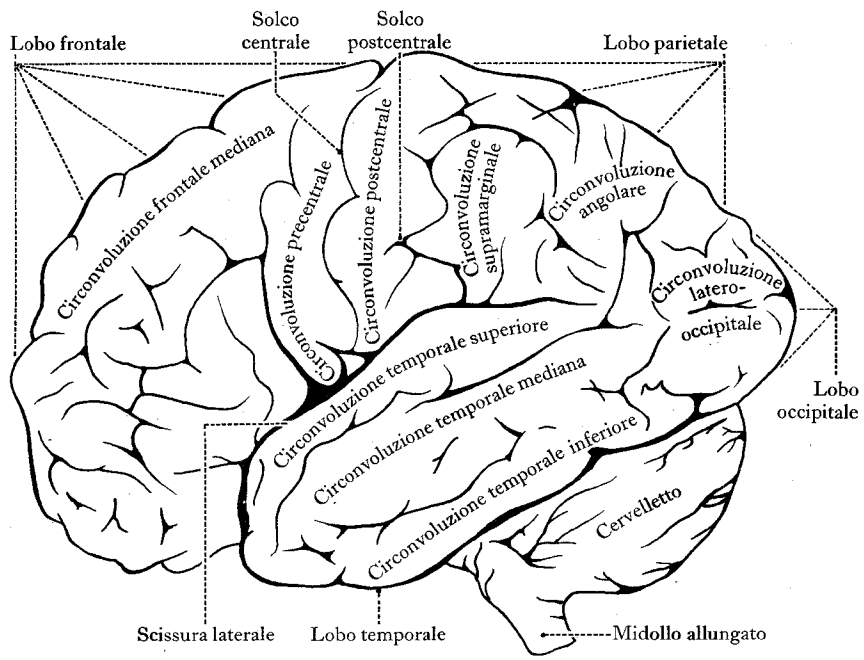


Figura 16.

Veduta laterale schematica dei lobi del cervello umano, con illustrazione dei quattro lobi e dei «confini» standard. (Da Open University 1974).

insieme a un certo numero di neuroni dei gangli basali e del cervelletto, controllano i movimenti muscolari del capo e del corpo. Non si deve tuttavia pensare che le cellule nervose in queste aree agiscano «da sole». Le regioni cerebrali e i singoli neuroni in esse presenti sono intrecciati in complicati sistemi «a circuito chiuso» i quali assicurano che tutti i movimenti dei vari arti e di altri fasci muscolari siano coordinati e al contempo sovrapposti ai riflessi fondamentali che mantengono la posizione del corpo e l'equilibrio. La regione della corteccia situata nella circonvoluzione postcentrale riceve informazioni raccolte dai vari recettori situati nelle articolazioni, nei muscoli, nei tendini e nella cute della testa e del corpo, e ritrasmesse attraverso il midollo spinale o i nervi cranici tramite vari nuclei di collegamento nel midollo allungato o nel cervello medio sino a raggiungere la corteccia.

3. *Aspetti delle relazioni tra struttura e funzione nel cervello.*

3.1. Il problema.

Che cosa fa il cervello e come lo fa? Si cercherà di dare una risposta a questi interrogativi introducendo alcuni aspetti della controversia storica e della ricerca contemporanea sulla struttura e sulla funzione del cervello. Inoltre, ci si soffermerà sulle relazioni tra ricerca e società.

La struttura basilare del cervello è stata esposta nel § 2 e gli elementi funzionali fondamentali del cervello nel § 1. Si tratterà ora dei risultati degli esperimenti relativi al funzionamento dei neuroni organizzati in percorsi e sistemi di percorsi nel cervello. Il presupposto essenziale sarà che tutti i neuroni in tutti i percorsi si comportano in modo simile, cioè per propagazione di treni di *nerve spikes* del tipo o tutto o nulla, condotti dal corpo cellulare nervoso al meccanismo sinaptico, nel quale viene liberato un trasmettitore che influenzerà l'attività dell'elemento neuronico successivo.

Ovviamente, una struttura complicata come il cervello ha un gran numero di funzioni e media tali funzioni secondo un'ampia gamma di modalità. Per illustrare alcune di queste funzioni e i modi in cui sono mediate si prenderà in esame un certo numero di strutture e sistemi cerebrali selezionati. La codificazione e la rappresentazione dell'informazione sensoriale nel cervello verranno analizzate attraverso una discussione delle vie somato-sensoriali e visive; il ruolo dei singoli neuroni nell'analisi sensoriale sarà riconsiderato nel contesto del sistema visivo. Per illustrare le funzioni piú globali nel controllo del comportamento si prenderanno in considerazione taluni aspetti delle strutture neuroniche implicate in sistemi motivazionali e nell'elaborazione del comportamento emozionale, a partire da esperimenti che comportano stimolazioni elettriche e ablazione di regioni cerebrali e dall'esame delle implicazioni di tali indagini in vista del controllo del comportamento individuale. La discussione finale riguarderà le recenti ricerche sugli effetti della separazione dei due emisferi del cervello e sulle implicazioni di queste scoperte ai fini della comprensione della coscienza. Analizzando

i vari argomenti, si forniranno dati che estenderanno la conoscenza della struttura e della funzione del cervello, introdotte nei primi due paragrafi. Si tratta in parte di dati ricavati dall'osservazione di soggetti umani o da resoconti forniti da pazienti il cui cervello era stato stimolato elettricamente nel corso di operazioni chirurgiche; ma soprattutto di dati provenienti da osservazioni compiute nel corso di esperimenti su animali, quali gatti, ratti e scimmie. Un presupposto fondamentale di questo approccio è che, a causa delle comuni origini filogenetiche del ratto, del gatto, della scimmia e dell'uomo, tutti appartenenti a specie di mammiferi, strutture omologhe nei cervelli di queste specie tra loro imparentate assolveranno funzioni, se non omologhe, almeno affini. Pur non risultando sempre valida, questa ipotesi è servita da fondamento per indagini sperimentali di sistemi particolari quali il sistema somato-sensoriale e il sistema visivo (che verranno discussi in seguito), e i risultati delle ricerche hanno fornito modelli e principî di organizzazione neuronica che hanno favorito la comprensione del modo di operare del cervello piuttosto che dei singoli cervelli del gatto, del ratto, della scimmia o dell'uomo.

Tuttavia, vi sono funzioni del cervello specificamente umane, come ad esempio la base neuronica per la capacità di servirsi di un linguaggio scritto e parlato ad alto contenuto simbolico; in questi casi le indagini su animali non umani sarebbero inappropriate. (Gli aspetti relativi al linguaggio verranno trattati piú avanti, a proposito della localizzazione della funzione nel cervello).

3.2. La corteccia cerebrale: localizzazione della funzione e equipotenzialità.

La pietra angolare dell'approccio riduzionista nelle ricerche sul cervello è il presupposto che particolari funzioni del cervello risultino mediate, se non in determinati luoghi o strutture cerebrali, per lo meno in particolari sistemi neuronici. Di conseguenza, la maggior parte delle ricerche sul cervello è volta all'esame di specifici meccanismi cerebrali per determinare le funzioni da essi mediate. Si sono già menzionati taluni aspetti della specializzazione di determinate regioni della corteccia cerebrale (le regioni delle circonvoluzioni postcentrale e precentrale, con funzioni rispettivamente sensitive e motorie). Tentativi di localizzazione sistematica delle funzioni nella corteccia cerebrale si riscontrano già nella frenologia di Gall e, piú tardi, di Spurzheim (XVIII e inizio del XIX secolo), i quali sostenevano di essere in grado di distinguere regioni cerebrali ben individuate per un gran numero di facoltà umane e di poter valutare il contributo relativo di queste regioni al comportamento in base al grado di protuberanza del cranio in corrispondenza delle varie aree. (Una tipica mappa frenologica è presentata nella figura 17).

Per Gall esisterebbero nel cervello vari organi, ognuno preposto a una particolare capacità. Egli ipotizzò che esistessero ventisei o ventisette di queste capacità, ma i frenologi successivi ne accrebbero il numero fino ad oltre quaranta.

Per quanto gli schemi dei frenologi possano oggi apparire divertenti, essi stimolarono gli scienziati ad affrontare in modo piú sistematico il problema della natura della relazione tra struttura del cervello e comportamento. Nello stesso

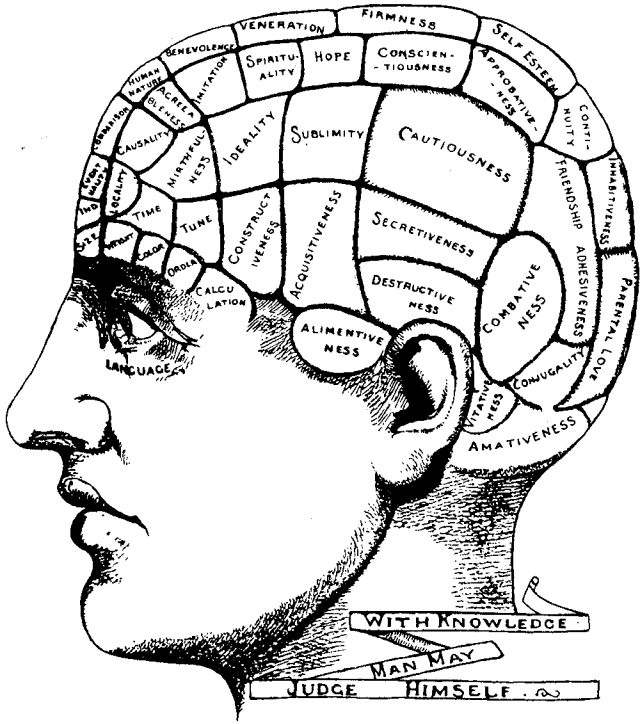


Figura 17.

Tipica mappa frenologica. Gall in origine descrisse ventisei « organi » del cervello. La tenacia dei suoi seguaci nello scoprire le propensioni della mente umana localizzate in regioni discrete del cervello accrebbe il numero delle aree del cranio da esaminare: in questo diagramma ve ne sono quarantuno.

periodo, quando erano in auge le idee dei frenologi, il fisico francese Pierre Flourens compí le prime osservazioni sistematiche, esaminando gli effetti sul comportamento della rimozione di tessuto neurale da diverse regioni cerebrali. Flourens divise il cervello di alcuni uccelli in sei regioni anatomiche e scoprí che l'asportazione di ogni singola parte determinava effetti distinti sul comportamento successivo degli uccelli. Egli concluse altresí che, a parte la produzione di effetti diversi sul comportamento, l'asportazione di una qualsiasi delle regioni provocava un deficit generalizzato nelle funzioni delle altre aree. Il maggiore progresso nella localizzazione delle funzioni nel cervello umano viene attribuito a Paul Broca, il quale nel 1861 descrisse due pazienti che avevano perduto quasi per intero l'uso della parola prima di morire. Esaminando in seguito i cadaveri, Broca scoprí che entrambi i cervelli avevano riportato lesioni multiple nella terza circonvoluzione dell'area frontale dell'emisfero sinistro. Su queste basi – non

certo ineccepibili dal punto di vista metodologico – Broca concluse che quell'area dell'emisfero sinistro controllava il linguaggio. Le deduzioni di Broca, basate su dati sperimentali insufficienti, sono state confermate in seguito e oggi si ammette che quella particolare regione del cervello intervenga nell'elaborazione del linguaggio e che il suo danneggiamento si traduca nell'afasia osservata da Broca (questa regione nell'emisfero sinistro è chiamata centro di Broca). Alcuni anni dopo, nel 1874, Wernicke studiò i cervelli di pazienti affetti prima della morte da afasia sensoriale. Essi potevano parlare e udire suoni, ma non riuscivano a capire le parole. Wernicke concluse che l'afasia sensoriale era provocata da una lesione nella parte posteriore della prima circonvoluzione temporale. Quest'area è situata in prossimità dell'area della corteccia cerebrale che riceve le informazioni acustiche ed è posta nel lobo temporale. Wernicke ipotizzò anche che nel controllo della scrittura intervenisse una regione della seconda circonvoluzione del lobo frontale, nell'emisfero sinistro del cervello, prossima alla regione motoria della corteccia. Le localizzazioni di queste regioni sono indicate nella figura 18. Sempre nella figura 18 è mostrata una regione prossima alla corteccia visiva nel lobo occipitale, nella quale il danneggiamento provoca alessia, ossia incapacità di leggere senza alterazione della capacità di vedere o di comprendere il linguaggio; è rappresentata anche una seconda regione nel lobo temporale, prossima all'area uditiva ricevente primaria, ove la lesione provoca l'incapacità di identificare gli oggetti.

Sul finire del XIX secolo il quadro emergente delle funzioni del cervello umano, e in particolare degli emisferi cerebrali, indicava con chiarezza una localizzazione funzionale, con regioni specifiche implicate nel controllo di funzioni specifiche. Tuttavia, le idee un tempo di moda dei frenologi venivano via via screditate e sul funzionamento corticale si accumulavano conoscenze basate su indagini ed osservazioni sistematiche.

Negli anni '30, Karl Lashley pubblicò i risultati di alcuni esperimenti condotti su ratti, che fornirono una prova evidente contro il concetto di localizza-

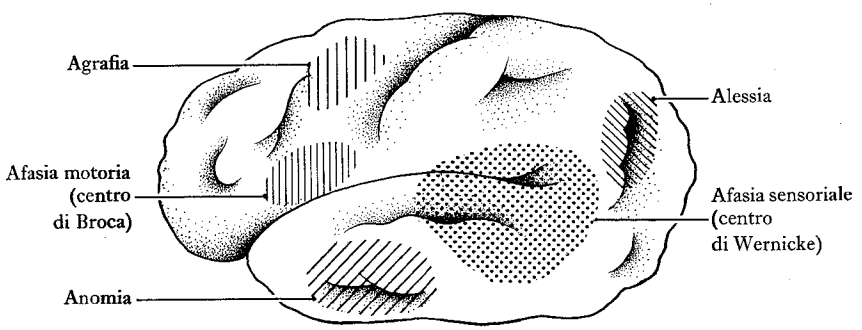


Figura 18.

Localizzazione di regioni dell'emisfero sinistro il cui danneggiamento produce disturbi alle funzioni del linguaggio.

zione funzionale nella corteccia cerebrale. Lashley esaminò la capacità dei ratti nell'apprendere a raggiungere un traguardo in un labirinto. Egli modificò sistematicamente due variabili sperimentali: le difficoltà dei labirinti e la quantità di tessuto corticale asportata dal cervello dei ratti. La relazione tra queste due variabili è illustrata schematicamente nella figura 19. Si può osservare che esiste un'interazione complessa tra il grado di ablazione della corteccia e il livello di difficoltà del compito, ma a crescenti livelli di difficoltà dell'apprendimento corrisponde una maggiore influenza di una determinata area corticale. Per dare una spiegazione alle sue scoperte, Lashley propose due leggi: la legge di equipotenzialità e la legge d'azione di massa. La legge d'azione di massa, nella sua forma piú semplice, suppone che il deficit determinato da una lesione cerebrale dipenda dalle dimensioni della lesione, e la legge di equipotenzialità ipotizza che la posizione della lesione nella corteccia non abbia importanza.

C'è un ovvio conflitto nella spiegazione delle funzioni del tessuto corticale tra i reperti di Broca e Wernicke e quelli di Lashley. L'importanza di questo contrasto è chiara nei casi in cui il danneggiamento al cervello è dovuto a ferite di punta o ad un trauma ed è necessario stabilire un programma d'addestramento per favorire la riabilitazione del paziente e il recupero delle funzioni perdute. Ad un livello piú teorico, il contrasto è importante in quanto solleva il problema del modo in cui singoli neuroni o gruppi di neuroni del tessuto nervoso intervengono nel controllo del comportamento, nonché la perenne questione della

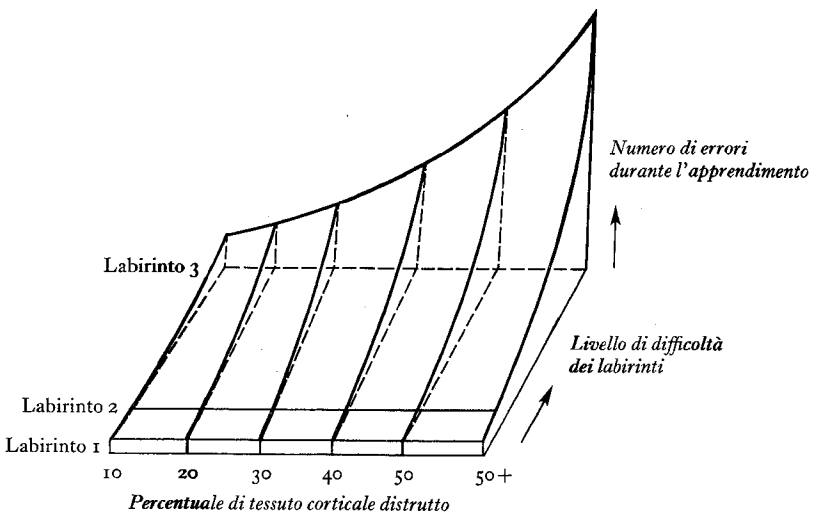


Figura 19.

Diagramma che illustra la relazione tra dimensioni della lesione, livello di difficoltà del problema del labirinto e numero di errori commessi durante il processo di apprendimento. (Secondo Lashley 1963).

pertinenza di studi su una specie particolare per spiegare il funzionamento in un'altra specie. Questi problemi sono aspetti di un dibattito che ha preoccupato per generazioni i ricercatori; tuttavia, li si lascerà per ora da parte per introdurre altri dati sulle relazioni tra struttura e funzione nel cervello, dati che potrebbero risolvere il contrasto tra le scoperte che suggeriscono una localizzazione funzionale nel cervello umano e i risultati cui è pervenuto Lashley.

3.3. Analisi e rappresentazione dell'informazione sensoriale nel cervello.

Sistemi somato-sensoriali: codificazione per modalità, luogo e intensità. I recettori sensoriali nel corpo (cellule nervose specializzate nella segnalazione di variazioni delle dimensioni sensoriali, come ad esempio il contatto sulla superficie della pelle, la temperatura, il movimento e la posizione delle articolazioni, la tensione muscolare e tendinea, la pressione e meccanismi piú sofisticati che contribuiscono alla sensazione del dolore) inviano tutti i loro messaggi neuronici lungo gli assoni che si sviluppano nei nervi radicolari dorsali del midollo spinale. Ogni coppia di nervi radicolari dorsali – fasci di assoni o fibre nervose isolate l'una dall'altra – trasporta una molteplicità d'informazioni, relative però a una regione limitata del corpo. I nervi radicolari dorsali confluiscono in tre vie fondamentali che pongono in rapporto il midollo spinale con il cervello anteriore: il si-

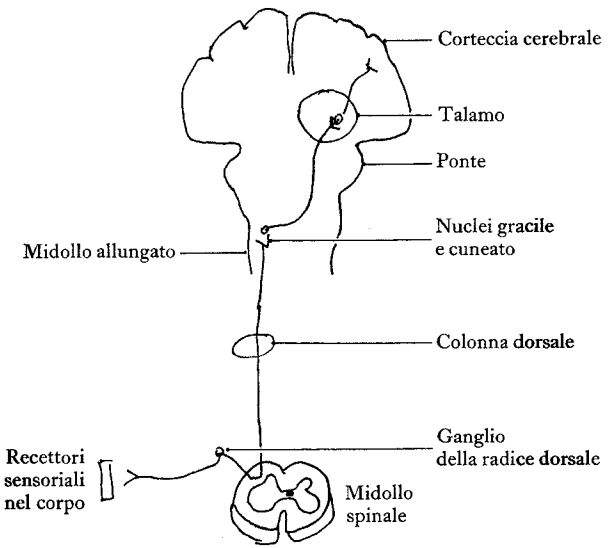


Figura 20.

Sistema della colonna dorsale: i nervi sensoriali periferici penetrano nelle regioni dorsali del midollo spinale. Gli assoni viaggiano nelle colonne dorsali collegandosi ai nuclei gracili e cuneati e al talamo prima di raggiungere la corteccia cerebrale.

stema della colonna dorsale, il percorso spinotalamico e il sistema spinoreticolare. Ognuno di questi percorsi presenta caratteri distinti, nel senso che trasmette ed elabora informazione sensoriale, ma, per non dilungarci troppo, si prenderà ad esempio il sistema della colonna dorsale, illustrato schematicamente in figura 20. Gli assoni delle fibre ascendenti dei nervi radicolari dorsali terminano nei nuclei cuneato e gracile del midollo allungato. Gli assoni delle cellule in queste regioni si proiettano quindi verso il complesso nucleare ventrobasale del talamo, dalle cui cellule si dipartono fibre che attraverso le radiazioni sensitive pervengono alla regione somato-sensoriale della corteccia, situata dietro la scissura centrale.

Una caratteristica interessante di questo e di altri percorsi somato-sensoriali è la loro estensione alla regione opposta del cervello. Nel sistema della colonna dorsale la decussazione delle fibre sensoriali si verifica a livello del midollo allungato. Attraverso i percorsi sensoriali, con l'eccezione della via olfattiva, le proiezioni nervose si incrociano, raggiungendo il lato cerebrale opposto rispetto a quello del corpo in cui sono localizzati i recettori sensoriali.

Come viene rappresentato nel cervello il messaggio sensoriale proveniente dal corpo? Un semplice esperimento ci può dire molto sulle modalità di codificazione dell'informazione. Si prenda un compasso da disegnatore e, fattisi bendare gli occhi, si chieda a un collega di pungere la pelle, ad esempio del dorso della mano, ora con una ora con due punte del compasso. Il collega dovrebbe sperimentare una gamma di distanze fra le punte del compasso compresa tra mezzo millimetro e tre millimetri, ma dovrebbe rendere casuale l'ordine di presentazione in modo da non dare alcun indizio sulla divaricazione; dovrebbe inoltre toccare a caso la pelle con una o due punte in modo da non dare indicazioni sull'atto successivo. L'esperimento consiste nello specificare se, ad ogni presentazione del compasso, la pelle viene toccata da una o da due punte. I risultati possono essere sorprendenti. Per distanze grandi fra le punte, non si avranno difficoltà a indicare se il contatto è avvenuto con una o con due estremità, ma per distanze piccole si sarà stupiti dell'imprecisione. Questo esperimento è noto come esperimento della soglia delle due punte, e la distanza alla quale un individuo è in grado di rilevare la presenza di due estremità con una precisione superiore al cinquanta per cento rappresenta la sua soglia delle due punte. Compiuta la prova sul dorso della mano, si può provare di nuovo sulla pelle della schiena, e i risultati saranno ancor piú sorprendenti!

Da esperimenti del tipo della soglia delle due punte si possono ricavare alcune conclusioni sperimentali sulla rappresentazione dell'informazione sensoriale nel cervello. Un individuo sarà in grado di affermare *a*) che qualcosa o un certo oggetto sta toccando la sua pelle; *b*) potrà stimare l'intensità dello stimolo; *c*) riuscirà a stabilire con buona precisione il punto del corpo al quale si applica lo stimolo e riuscirà a distinguere un certo numero di stimoli separati a patto che siano distanziati di piú di qualche millimetro; tuttavia *d*) sussisterà sempre un'inesattezza fondamentale nell'identificazione, come rivela l'esperimento della soglia delle due punte.

Il fatto che sia possibile distinguere (ad esempio) una stimolazione tattile da una variazione di temperatura indica una specializzazione dei recettori sensoriali

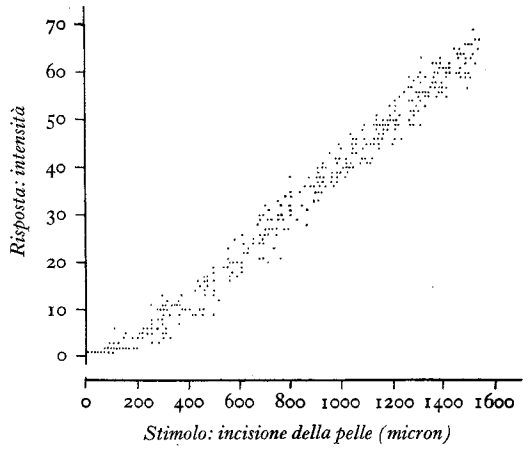


Figura 21.

Eccitazione di pressocettori nella mano di una scimmia. Esperimento nel quale si registrò il numero d'impulsi al secondo in un nervo del braccio d'una scimmia per una vasta gamma di pressioni di una sonda smussata, premuta contro la pelle della mano della scimmia. (Da Open University 1972).

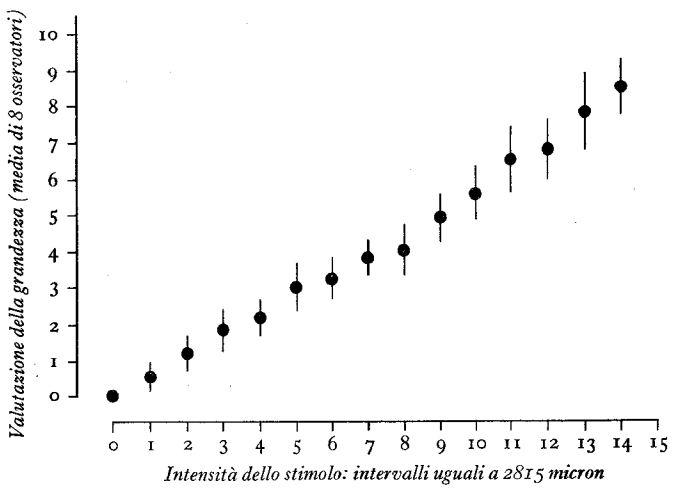


Figura 22.

Valutazione comportamentale della pressione nell'essere umano. Un esperimento analogo a quello della figura 21 venne condotto con soggetti umani cui si richiese di dare una stima soggettiva dell'intensità. (Da Open University 1972).

ed anche che nel cervello sensazioni qualitativamente diverse sono rappresentate separatamente nei nervi sensitivi e nel cervello stesso. Inoltre, poiché la localizzazione della posizione toccata è distinguibile con una certa precisione, aree adiacenti della pelle debbono possedere delle rappresentazioni discrete nel cervello.

In parte, la conservazione della qualità della sensazione e la sua localizzazione si possono spiegare in base alla natura della trasmissione nei nervi sensitivi e attraverso i nuclei di collegamento. Ogni determinato assone nervoso sensitivo sarà attivato soltanto da alcuni recettori localizzati in una piccola area della pelle e gli assoni di questi nervi attiveranno soltanto un numero esiguo di neuroni dei nuclei di collegamento con la corteccia. In certe regioni rappresentate con grande precisione può darsi vi sia una relazione univoca tra segnale afferente e segnale efferente nei nuclei di collegamento del midollo allungato e del talamo. Sia la posizione sia la qualità dello stimolo possono perciò essere codificati da uno specifico nervo per il fatto che proprio quel nervo e non un altro risulta attivo. Inoltre, poiché i messaggi nervosi sono mantenuti separati lungo tutto il sistema che conduce alla corteccia cerebrale, questa informazione viene conservata e la rappresentazione della posizione e della qualità nel SNC è quindi l'attività di particolari neuroni nel cervello.

Un'altra dimensione codificata dalla risposta di un nervo isolato è la quantità di stimolo che colpisce i recettori sensoriali. La figura 21 illustra le risposte di un nervo periferico, misurate in termini di impulsi scaricati in un secondo in seguito all'incisione di una particolare regione della pelle. Chiaramente esiste una relazione lineare tra intensità dello stimolo e reazione del nervo. La figura 22 presenta i risultati di un esperimento nel quale si chiese ai soggetti di stimare l'entità della pressione applicata a un dito. Il grafico mostra la relazione ottenuta tra una serie di pressioni e le stime fornite dai soggetti. Anche in questo caso vale una

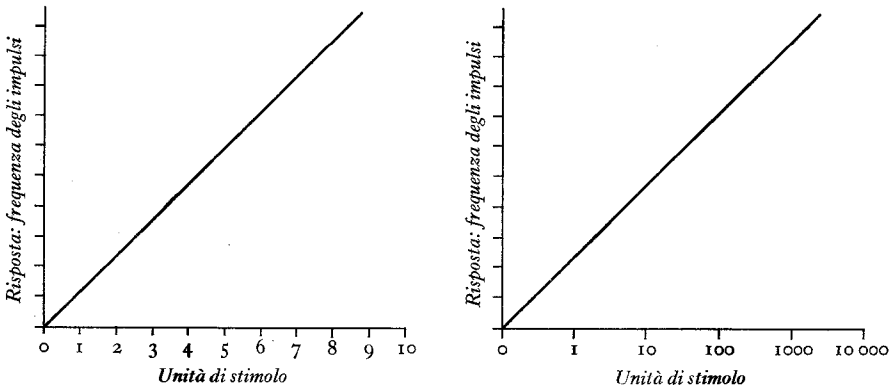


Figura 23.

Due relazioni, lineare (a sinistra) e logaritmica (a destra), tra intensità dello stimolo e risposta. (Da Open University 1974).

relazione lineare. La confrontabilità dei dati ottenuti da un'indagine neurofisiologica con quelli ricavati da un'analisi psicologica è indicativa circa la natura della trasmissione dei messaggi neuronali attraverso i nuclei di collegamento (e attraverso i sistemi cerebrali che producono giudizi coscienti): se si verificano, le trasformazioni dei messaggi sono trasformazioni lineari nelle quali si conservano le relazioni esistenti tra lo stimolo e la risposta del recettore sensoriale.

La relazione lineare tra intensità dello stimolo e sensazione non è la sola che si riscontra nel cervello; un'altra relazione assai diffusa è di tipo logaritmico, che si osserva per le stime della luminosità. Nella figura 23 sono indicate due funzioni, una lineare e l'altra logaritmica. Nel caso dei sistemi visivi, la risposta delle strutture sensoriali delle retine a incrementi dell'intensità dello stimolo visivo ha carattere logaritmico e, se si chiedono a un soggetto delle stime di luminosità, si ottiene una relazione logaritmica. Questa analogia pone in evidenza il fatto che le regioni superiori del percorso visivo mantengono la relazione lungo le molte sinapsi che necessariamente intervengono tra la retina e i sistemi cui si accede per formulare giudizi coscienti di luminosità.

Tornando al sistema somato-sensoriale, si è presa in esame la codificazione

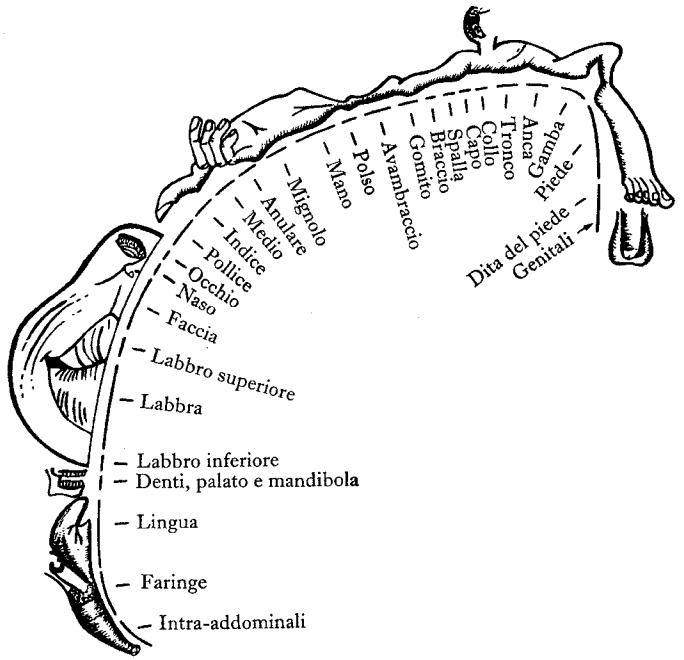


Figura 24.
Homunculus somato-sensoriale sovrapposto alla regione somato-sensoriale della corteccia. (Da Open University 1974).

della posizione, qualità e quantità dello stimolo nelle risposte di particolari nervi. Questa informazione si conserva esattamente nella regione somato-sensoriale della corteccia. I risultati di ricerche sulle sensazioni registrate in seguito a stimoli elettrici localizzati della regione somato-sensoriale della corteccia da parte di pazienti sottoposti ad interventi chirurgici sul cervello sono indicati nella figura 24. Si può osservare la superficie corporea tracciata in corrispondenza di quella corticale.

Gli aspetti grotteschi dell'omuncolo sono una conseguenza del fatto che certe aree del corpo, quali il capo, le labbra e le dita, hanno ricevuto un'area di rappresentazione corticale sproporzionatamente maggiore rispetto ad altre. In termini di struttura della corteccia, ciò significa che a talune regioni del corpo sono «legate» un maggior numero di cellule corticali, il che a sua volta è in relazione con la densità dei recettori sensoriali in quella zona corporea. Questi due fattori – l'area della corteccia e la densità dei recettori – determinano quindi la sensibilità di determinate aree somatiche a stimolazioni quali il contatto (si confrontino le raffigurazioni relative dell'area corticale che rappresenta la mano e il dorso nella figura 24). Le differenze nella rappresentazione corrispondono a quelle che si sono viste nell'esperimento della soglia delle due punte su queste due aree cutanee?

Sistema visivo: elaborazione delle informazioni ad opera di singole cellule nervose. I principî fondamentali che stanno alla base della codificazione della modalità, intensità e localizzazione di uno stimolo sensoriale sono stati illustrati quando si è analizzato il percorso somato-sensoriale. Un altro problema è il seguente: come vengono analizzati gli aspetti spaziali degli stimoli sensoriali? Le migliori ricerche su questo aspetto del cervello, e i dati da esse forniti, rientrano nello studio delle risposte di cellule nervose isolate lungo i percorsi visivi del cervello.

Registrazione dell'attività di singole cellule nel sistema visivo. Per indagare come cellule nervose isolate reagiscano all'informazione visiva e la elaborino, si fa uso di una tecnica detta registrazione dell'attività di singole cellule. Questa tecnica ha rivoluzionato la conoscenza del funzionamento del cervello e implica il controllo dei potenziali d'azione nervosi del tipo «tutto o nulla» dei corpi cellulari nervosi o dei loro assoni mediante elettrodi sottili. Elettrodi di tungsteno o acciaio, o capillari sottili in vetro riempiti di un elettrolita (con punte degli elettrodi di circa 1 μm), vengono collocati nelle strutture cerebrali usando uno strumento stereotassico.

La testa dell'animale anestetizzato – di solito un ratto, un gatto o una scimmia – viene messa in posizione servendosi dei fori uditivi e di morsetti posti sulla mascella superiore. Con questa procedura di posizionamento standard, l'intelaiatura dello strumento stereotassico fornisce lo schema per un sistema di coordinate riproducibile, in base al quale è possibile localizzare qualsiasi nucleo nel cervello, riferendosi a una mappa stereotassica standard del cervello della specie animale sulla quale sono riportate le posizioni relative delle strutture cerebrali. L'elettrodo, collegato a una sensibile apparecchiatura di amplificazione e regi-

strazione, viene abbassato con cautela secondo un piano verticale attraverso un minuscolo foro nel cranio, sino a raggiungere la profondità voluta. L'elettrodo viene quindi spostato verticalmente di uno o due micron per volta sino a quando avvicinandosi a una cellula nervosa, comincia a rivelare l'ininterrotta attività elettrica della cellula stessa. Le singole scariche delle cellule nervose, registrate con questa tecnica e leggibili su un oscilloscopio, appaiono del tipo a *spike*, come indicato nella figura 4.

I percorsi visivi dalle retine al nucleo genicolato laterale e alla corteccia visiva e dalle retine al tubercolo quadrigemino superiore sono illustrati nella figura 25. Una caratteristica del percorso visivo è che l'informazione al cervello, lateralizzata come in altri percorsi sensoriali, viene però condotta in modo specializzato. Assoni provenienti dalle cellule gangliari retiniche, che costituiscono l'uscita motoria dalla retina, viaggiano nei nervi ottici sino a raggiungere il chiasma ottico. In corrispondenza del chiasma, metà delle fibre ottiche nervose da ciascun occhio attraversano la linea mediana. Si provi ad immaginare una linea verticale che divida la retina nel punto centrale: il nervo ottico. Le fibre che hanno origine nelle cellule gangliari retiniche situate in posizione nasale rispetto alla linea verticale, attraversano la linea mediana nel chiasma e proseguono come tratto ottico insieme ad assoni uscenti dalla regione temporale della retina nell'altro occhio. Le fibre del nervo ottico, che hanno origine dalle retine in posizione temporale rispetto alla linea verticale, attraverso la fovea continuano nel tratto ottico dalla

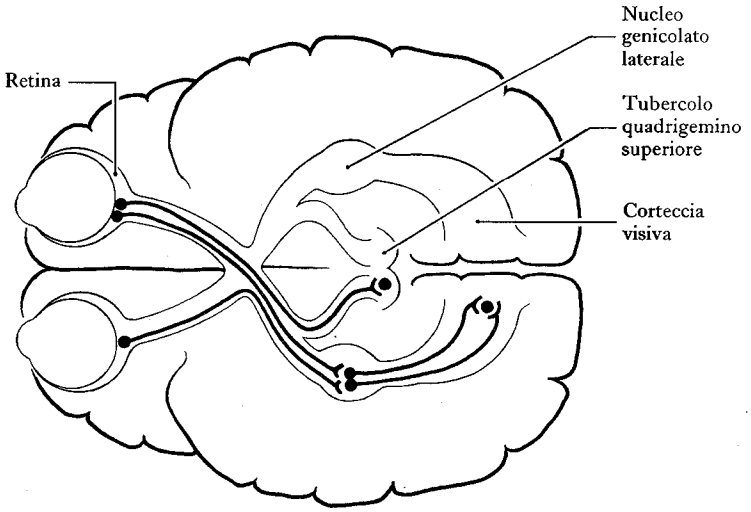


Figura 25.

Le fibre nervose dalla retina raggiungono due aree cerebrali principali: il collicolo superiore nel tronco cerebrale e la corteccia visiva negli emisferi cerebrali. (Da Blakemore 1973).

stessa parte del cervello da cui ebbero origine. Ogni tratto ottico, contenente fibre tanto nasali quanto temporali, si dirige quindi verso il nucleo genicolato laterale e al tubercolo quadrigemino superiore sullo stesso lato del cervello. Poiché le immagini del mondo esterno sono rovesciate lateralmente dall'apparato visivo dell'occhio, la complicata divisione delle fibre del nervo ottico provenienti dalle retine nasali e temporali ha come effetto la rappresentazione del campo visivo sinistro nel nucleo genicolato laterale destro e nella corteccia destra, e del campo visivo destro nell'emisfero sinistro del cervello.

Una caratteristica dei sistemi sensoriali è la loro capacità, anche in condizioni di anestesia piuttosto profonda, quindi con assenza di coscienza e mancanza di sensazioni, di analizzare le informazioni sensorie e trasmettere normalmente messaggi nervosi. Se le palpebre di un animale sono aperte, è possibile focalizzare con opportune lenti gli occhi su uno schermo posto di solito a un metro di distanza e registrare l'attività di singole cellule nervose mentre si proiettano stimoli visivi sullo schermo.

L'impiego della tecnica di registrazione dell'attività di singole cellule per rilevare il comportamento di cellule gangliari retiniche o di assoni dei tratti ottici in corrispondenza della proiezione di stimoli visivi su uno schermo fissato di fronte agli occhi di un animale, è molto efficace nel rivelare il lavoro delle cellule nervose in seguito a una stimolazione visiva. Uno stimolo visivo, come ad esempio una macchia luminosa proiettata a intermittenza, produce un forte aumento del livello spontaneo dell'attività nervosa della cellula; tuttavia l'incremento nel tasso di scarica si verifica soltanto se lo stimolo ottico è fatto balenare a intervalli, in una regione notevolmente circoscritta del campo visivo. Tipicamente, le cellule gangliari retiniche presentano campi recettivi visivi a struttura concentrica (cfr. fig. 26). Le dimensioni di questi campi solitamente variano da mezzo grado a cinque gradi di arco visivo, ossia tra uno e dieci centimetri alla distanza di un metro dall'occhio.

Organizzazione dei campi recettivi visivi e inibizione laterale. Le tecniche di registrazione dell'attività di singole cellule, applicate alle cellule gangliari retiniche o ai loro impulsi al cervello, ai nervi ottici o ai tratti ottici, hanno consentito di descrivere due tipi di campi recettivi a struttura concentrica delle cellule gangliari retiniche: i campi a regione centrale positiva (*on-centre*) e a regione centrale negativa (*off-centre*) (cfr. fig. 26). Nella cellula gangliare retinica *on-centre* la comparsa di una macchia posta nella zona centrale del campo determina un'esplosione di *nerve spikes*, mentre l'illuminazione della regione circostante inibisce qualsiasi risposta delle cellule e produce un'esplosione di *spikes* al termine della stimolazione. Le due regioni – centro e periferia, positiva e negativa – sono mutualmente antagoniste, cosicché la loro stimolazione simultanea tende ad annullarne le risposte. I campi *off-centre* hanno caratteristiche opposte: la stimolazione della zona centrale provoca l'inibizione dell'attività e un'improvvisa comparsa di *spikes*, al termine dello stimolo (la stimolazione della regione periferica produce una reazione all'inizio dello stimolo visivo). Anche in questo caso la stimolazione di entrambe le regioni ha per risultato il sommarsi delle risposte

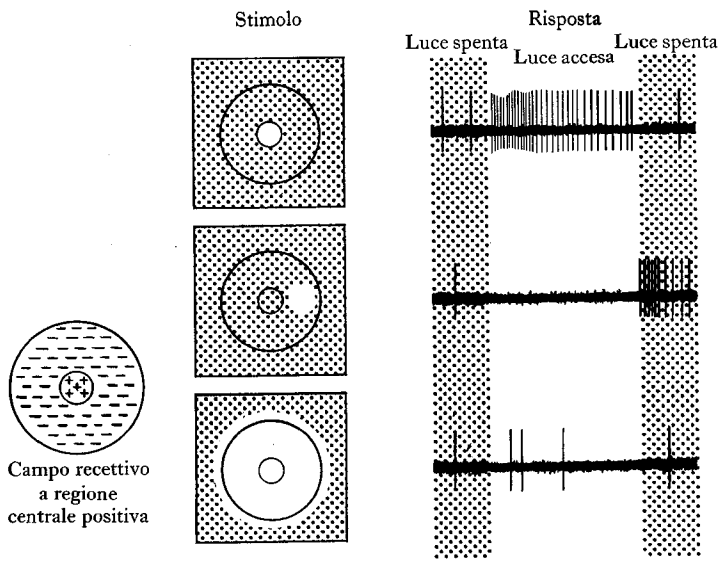


Figura 26.

Campi recettivi delle cellule gangliari retiniche. A sinistra: campo recettivo di una cellula gangliare *on-centre* in un gatto, tracciato su uno schermo di fronte agli occhi. I segni + indicano le zone di risposta.

A destra: dimostrazioni delle risposte quando uno stimolo luminoso viene fatto lampeggiare nel campo recettivo e poi spenta dopo pochi secondi. Ogni deviazione verticale rappresenta un *nerve spike* dalla cellula gangliare. Dapprima una piccola macchia si centra sull'area *on*, quindi la stessa macchia cade sull'area *off*, infine una grossa macchia ricopre l'intero campo recettivo determinando una risposta molto debole. (Adattato, da Blakemore 1973).

positive eccitatorie e di quelle negative inibitorie, traducendosi nella riduzione di ampiezza o nella completa cancellazione della risposta.

Il campo recettivo a struttura concentrica è un esempio di inibizione laterale, fenomeno diffuso nei sistemi sensoriali del cervello. L'inibizione laterale ha l'effetto di rafforzare le risposte dei sistemi sensoriali e anche di filtrare le informazioni estranee. Nel sistema visivo, gli effetti inibitori laterali dell'organizzazione centro/periferia delle cellule gangliari retiniche si può dire assolvano un certo numero di funzioni. In primo luogo viene esclusa l'informazione relativa all'illuminazione diffusa, poiché, in linea generale, se l'intero campo recettivo è stimolato con la stessa intensità di illuminazione, la cellula non avrà reazione. Una funzione dell'organizzazione concentrica è quindi la segnalazione di informazioni sulla discontinuità nello stimolo visivo. In secondo luogo, l'organizzazione centro/periferia risponderà in modo ottimale a stimoli di grandezza particolare: una macchia che riempia interamente la regione centrale senza invadere la periferia otterrà una risposta ottimale dalla cellula gangliare. Le cellule sono perciò

costruite in modo da dare informazioni sulle dimensioni degli stimoli visivi (questo punto verrà approfondito in seguito). Questi due aspetti derivanti dalla varietà centro/periferia dell'inibizione laterale si sommano alle conseguenze del fatto che soltanto una determinata cellula gangliare è attiva. Quest'implicita informazione riguarda la posizione dello stimolo ottico nel campo visivo, poiché una cellula gangliare retinica viene eccitata soltanto se una regione precisamente individuata della retina è stimolata visivamente e quindi se lo stimolo si trova in una regione corrispondente del mondo visivo. Risulterà anche l'intensità della stimolazione, dal momento che le risposte delle cellule gangliari retiniche varieranno secondo un rapporto logaritmico (cfr. fig. 23) con l'intensità di una macchia che ne riempie la regione centrale o di un anello che ne occupa la zona periferica.

La relazione logaritmica tra intensità degli stimoli visivi e risposta della cellula gangliare retinica si conserva lungo tutte le molte funzioni sinaptiche nel percorso visivo: le stime psicofisiche rivelano infatti un rapporto logaritmico tra giudizi d'intensità e intensità degli stimoli visivi.

Funzioni dei nuclei di collegamento nelle vie sensoriali: nucleo genicolato laterale. Gli assoni delle cellule gangliari retiniche formano contatti sinaptici con le cellule nervose dei corpi genicolati laterali, che a loro volta spediscono assoni alla corteccia occipitale degli emisferi cerebrali. Anche i terminali dei tratti ottici stabiliscono un contatto sinaptico con gli interneuroni presenti nei nuclei genicolati laterali. Tali interneuroni sono cellule nervose specializzate dotate di corti assoni e capaci di contrarre contatti sinaptici interamente all'interno dei corpi genicolati laterali, per lo più con le cellule che si volgono alla corteccia visiva. La registrazione dell'attività di singole cellule a partire dai neuroni che si proiettano verso la corteccia visiva indica che in questi neuroni è presente un'analoga organizzazione centro/periferia dei campi recettivi visivi. Vi è tuttavia una differenza, rappresentata dal rinforzo delle influenze periferiche di queste cellule a regione centrale positiva o negativa. L'effetto dell'intensificazione delle regioni circostanti ai campi recettivi è l'acutizzarsi delle caratteristiche degli stimoli visivi che agiscono sulle cellule; il rinforzo si realizza grazie all'influsso degli interneuroni nel corpo genicolato laterale secondo uno schema piuttosto complicato.

A proposito del sistema somato-sensoriale della colonna dorsale (cfr. § 3.3) si è già menzionata l'esistenza di un certo numero di nuclei di collegamento in quel percorso, ma non si è accennato alle loro funzioni. Ora, trattando del nucleo genicolato laterale è possibile rendersi conto del vantaggio della presenza in un sistema sensoriale di una via plurisinaptica: essa consente un'ulteriore elaborazione dei messaggi neurali trasmessi nel sistema stesso, con un effetto di filtro e affinamento delle informazioni inviate alle regioni superiori del cervello. Un'altra funzione dei nuclei di collegamento nei sistemi sensoriali è la loro possibilità di agire come «controlli di volume» o porte per l'informazione sensitiva in entrata, costituendo un meccanismo che consente di amplificare o attenuare l'informazione stessa. Si può pensare a questa funzione come a un primitivo meccanismo di regolazione nelle regioni periferiche del cervello. Tale dispositivo di re-

golazione implica tuttavia un qualche tipo di controllo da parte di zone cerebrali «superiori» o piú centrali. Tale meccanismo di controllo è probabilmente da ascrivere alla formazione reticolare del cervello medio, che, oltre a collegarsi alla corteccia e a governarne il livello di eccitazione, è in comunicazione con un buon numero di nuclei di collegamento sensoriali, compreso il nucleo genicolato laterale (sulla cui sensibilità si è accertata l'influenza della formazione reticolare).

Rappresentazione del mondo visivo nei percorsi visivi. Ogni cellula del corpo genicolato laterale risponderà quindi alla stimolazione visiva in una piccola area del campo recettivo e sarà comandata soltanto da un piccolo gruppo di fotorecettori posti nel foglio di tessuto retinico che riveste la parte posteriore del globo oculare. L'uscita motoria di ogni cellula gangliare retinica codifica non solo la presenza o l'assenza di uno stimolo visivo, la sua intensità e la sua durata, ma anche la posizione dello stimolo nel campo visivo, e questa «informazione» è ritrasmessa nel nucleo genicolato laterale. Usando tecniche di registrazione dell'attività di singole cellule per esplorare i campi recettivi visivi della cellula genicolata laterale si è scoperto che l'emiretina (e quindi metà del campo visivo) connessa al nucleo genicolato laterale è mappata sul corpo genicolato laterale.

Una cellula genicolata laterale reagirà soltanto alla stimolazione di una piccola area del campo visivo: una cellula in posizione mediana rispetto ad essa risponderà nell'ambito di un'area del campo visivo a sua volta situato in posizione mediana, mentre una cellula posteriore sarà regolata da un'area nel campo visivo localizzato leggermente piú in alto del campo della cellula originaria. In questo modo la rappresentazione bidimensionale del campo visivo sulla retina avviene in due dimensioni: le dimensioni latero-mediale e antero-posteriore in uno strato di cellule nel nucleo genicolato laterale. A questo punto si può ricordare che gli emicampi visivi da *entrambi* gli occhi si proiettano ad ognuno dei nuclei genicolati laterali: che cos'è accaduto? Nel gatto convenzionalmente si distinguono tre strati di corpi cellulari nervosi nel nucleo genicolato laterale. Lo strato A, superiore; lo strato A_1, mediano; e lo strato di fondo B. Le singole cellule in ognuno degli strati accolgono impulsi dalle cellule gangliari in un solo occhio: lo strato A riceve i suoi messaggi dall'occhio controlaterale, lo strato A_1 dall'occhio ipsolaterale e lo strato B ancora dall'occhio controlaterale (nell'uomo e nei primati vi sono sei-otto strati distinguibili nei nuclei genicolati laterali, con analoga alternanza della «ocularità» dello stimolo visivo). Un altro aspetto dell'organizzazione degli impulsi monoculari alternati ai tre strati si mette in evidenza facendo penetrare un elettrodo verticalmente attraverso gli strati e registrando l'attività elettrica di ogni singola cellula, con stimolazione visiva e mappatura della posizione dei campi ricettivi per ogni cellula via via incontrata.

Come è prevedibile, quando l'elettrodo attraversa i confini degli strati nel genicolato laterale, l'«ocularità» delle cellule muta da controlaterale a ipsolaterale e nuovamente a controlaterale. L'aspetto sorprendente è però che, nonostante lo spostamento dell'occhio da stimolare per provocare le risposte delle cellule nei diversi strati, i campi recettivi visivi di tutte le cellule in un'unica penetrazione verticale saranno piú o meno sovrapposti. In altre parole in una penetrazione verticale tutte le cellule sono interessate alla medesima piccola area di spazio visivo. Questa scoperta, insieme a certi rilievi anatomici, ha portato al concetto di un'organizzazione colonnare nel nucleo genicolato laterale. In ogni colonna di cellule le singole cellule si occupano dell'elaborazione di determinati aspetti dello stimolo visivo. Per le colonne genicolate laterali or ora descritte, questo aspetto è la posizione nel campo visivo. Le interconnessioni sinaptiche nelle colonne del nucleo genicolato laterale tra le cellule dei vari strati sono soprattutto inibitorie e si ritiene che vengano mediate ad opera di interneuroni ad assoni corti. Il significato funzionale di questi meccanismi inibitori non è chiaro, ma può darsi che abbia a che fare con l'elaborazione dell'informazione visiva che consente la visione stereoscopica, ossia con la scelta dei segnali afferenti dai due occhi per costruire un'impronta tridimensionale del mondo visivo a partire dall'immagine bidimensionale formatasi sulla retina.

L'organizzazione colonnare del tessuto nervoso è una forma di strutturazione neuronica assai diffusa nel cervello. Essa fu descritta la prima volta nella corteccia somato-sensoriale, ma costituisce una caratteristica manifesta nell'organizzazione dei neuroni nella corteccia visiva. La figura 5 mostra le disposizioni neuroniche presenti nella corteccia visiva. La direzione prevalente del flusso di informazioni – deducibile dall'orientamento predominante degli assoni e dei dendriti – è verticale. Un'organizzazione strutturale sovrapposta a quella verticale è rappresentata dal fatto che, all'interno delle colonne, le cellule di larghezza pressappoco pari a un millimetro avranno aspetti funzionali simili. Ad esempio le cellule nelle colonne potrebbero avere tutte un unico orientamento preferenziale oppure potrebbero ricevere tutti gli stimoli dalle stesse aree nelle due retine. In questo caso la colonna è una rappresentazione strutturale della direzione visiva. Una grossa differenza tra l'organizzazione colonnare nella corteccia visiva e quella nel nucleo genicolato laterale è data dal fatto che nella corteccia la maggior parte dei neuroni presenta un segnale in entrata binoculare (i due segnali sono necessari per dare una risposta ottimale), mentre i neuroni nel nucleo genicolato laterale presentano un segnale in entrata monoculare riferito alla struttura lamellare.

Risposte di cellule singole nella corteccia visiva. Gli assoni delle cellule genicolate laterali viaggiano nel tratto genicolo-calcarino, detto anche radiazioni ottiche, verso la corteccia occipitale, ove formano sinapsi in particolari tratti della corteccia. Le registrazioni delle risposte alla stimolazione visiva da parte delle singole cellule nella corteccia visiva rivelano un'interessante differenza. Le cellule nella corteccia dànno una risposta ottimale non a stimoli luminosi maculari o anulari proiettati a intermittenza, ma a stimoli allungati, quali linee e margini, con un orientamento particolare, ben definito. Si è ipotizzato che questo campo recettivo piú elaborato sia strutturato in modo che ogni cellula corticale visiva riceva il segnale afferente sinaptico da vari nuclei genicolati laterali (cfr. fig. 27). Un aspetto importante di questa organizzazione è che le cellule genicolate laterali debbono avere i centri dei campi recettivi situati su una linea retta, con l'ulteriore limitazione che le cellule corticali reagiscono soltanto quando siano attivi

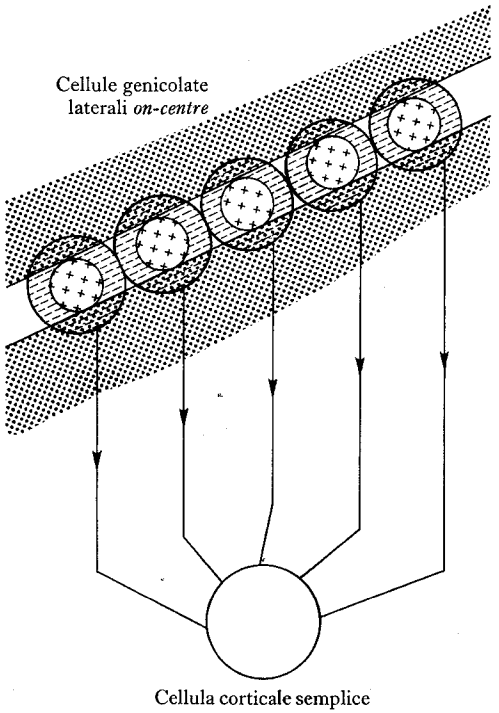


Figura 27.

Le caratteristiche di risposta di una cellula semplice della corteccia visiva si possono spiegare grazie a questa disposizione dei segnali efferenti di cellule ad organizzazione concentrica nel corpo genicolato laterale con i centri dei campi recettivi allineati nella retina. (Da Open University 1974).

gl'impulsi sinaptici da tutti o quasi gli assoni genicolati laterali. In questo modo le cellule corticali risponderanno esclusivamente a uno stimolo allungato che colpisca secondo un orientamento particolare una determinata regione della retina.

Elaborazione dell'informazione visiva e rappresentazione dello stimolo nel sistema visivo. Riassumendo, gli stimoli visivi focalizzati sulla retina eccitano in modo differenziale la popolazione di fibre del nervo ottico in misura tale da attivare i campi recettivi ad organizzazione concentrica delle cellule gangliari retiniche. I messaggi neurali delle cellule gangliari retiniche ritrasmessi attraverso il nucleo genicolato laterale trasformano l'immagine visiva in schemi di attività nervosa, i quali segnalano 1) la presenza di discontinuità spaziale nello stimolo visivo; 2) la posizione della discontinuità sopra la retina e quindi nel campo otti-

co, l'intensità e le dimensioni dello stimolo visivo; 3) la durata dello stimolo. Impliciti nei messaggi neurali dei percorsi visivi sono anche i dati relativi al colore dello stimolo ottico (ma il metodo della codificazione cromatica non sarà trattato in questa sede). Al livello dei corpi genicolati laterali, l'attività degli interneuroni acuisce ancor piú l'informazione portata nei messaggi nervosi accrescendo le influenze inibitorie laterali. A livello della corteccia gli stimoli del genicolato formano connessioni sinaptiche tali che le cellule corticali rispondano in modo ottimale alla presenza di stimoli piú complessi, quali strisce o margini, con un orientamento particolare nel campo recettivo.

Sono state descritte alcune varietà di campi recettivi delle cellule corticali, e un esame delle relative proprietà può aiutare a comprendere le possibili modalità di analisi del campo visivo nel sistema visivo. Questi tipi di campi recettivi sono stati classificati in semplici, complessi, ipercomplessi e ipercomplessi di ordine superiore e, come suggerisce la denominazione stessa, le loro caratteristiche si possono spiegare in termini di «sistema analizzatore gerarchico dei caratteri».

Si sono già prese in esame le cellule semplici: esse rispondono a uno stimolo allungato orientato in modo particolare nel campo visivo e forniscono una risposta ottimale a uno stimolo che si sposta nel campo stesso. Se si analizza un

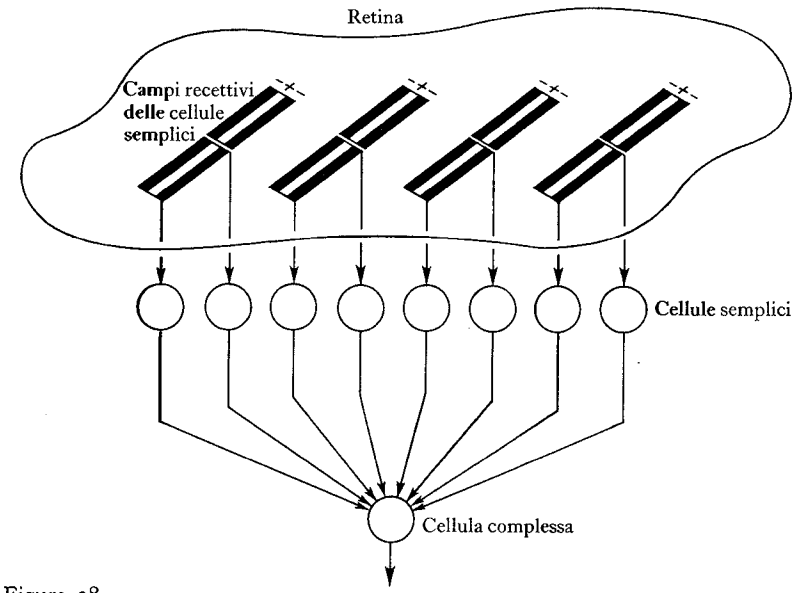


Figura 28.

Una possibile distribuzione dei segnali efferenti di cellule corticali semplici per spiegare le caratteristiche di risposta di cellule complesse nella corteccia visiva. (Da Lindsay e Norman 1972).

campione abbastanza ampio di cellule corticali, si scoprono tutti gli orientamenti possibili. Una caratteristica del campo recettivo delle cellule corticali semplici è la sua capacità di reagire a piccole macchie luminose proiettate ad intermittenza nel campo; quest'analisi rivela strisce parallele del campo che forniscono risposte di tipo positivo o negativo, convalidando l'ipotesi secondo cui i campi sono costituiti da un certo numero di esemplari ad organizzazione concentrica con i centri dei campi allineati.

Le cellule complesse presentano due principali differenze rispetto a quelle semplici: non sono sensibili alla stimolazione delle macchie luminose e reagiscono entro un'area superiore a quella nei limiti della quale risponderà una cellula semplice. Tutte queste scoperte rafforzano l'ipotesi che le cellule complesse siano formate da un buon numero di cellule semplici con campi paralleli (cfr. fig. 28).

Le cellule complesse dei tipi ipercomplesso e ipercomplesso di ordine superiore dànno risposte massime a stimoli allungati di lunghezza definita (se gli stimoli superano la lunghezza richiesta, la risposta è inibita), oppure a stimoli implicanti due orientamenti non paralleli. Entrambi gli esempi lasciano presumere che le cellule corticali ipercomplesse e ipercomplesse di ordine superiore possano essere costituite dai segnali efferenti di un certo numero di cellule complesse con campi recettivi adiacenti sulla retina.

Sistema analizzatore gerarchico dei caratteri. Le descrizioni delle varie classi di cellule corticali suggeriscono dunque la presenza di un sistema analizzatore gerarchico dei caratteri, nel quale ogni livello successivo nella gerarchia impone criteri piú rigorosi per l'attività neurale segnalante l'esistenza' dell'oggetto esterno. I caratteri essenziali all'attivazione delle cellule in ogni fase successiva nella gerarchia sono di solito indicati come caratteri *innescanti* per quella cellula. Una logica estensione dei risultati di questo tipo di analisi di caratteri innescanti è che il processo di analisi dello stimolo, nell'ambito del normale «riconoscimento» dello stimolo stesso, si realizza grazie all'attività di una singola cellula che costituirà il punto terminale del processo analitico. Tale concetto del funzionamento del sistema dell'analisi visiva viene di solito designato facendo riferimento alla «cellula della nonna»: la conclusione logica di un simile sistema gerarchico è infatti che la nonna sarà riconosciuta dall'attività di un'unica cellula capace di eccitarsi soltanto quando si staglierà nel campo visivo la madre di uno dei propri genitori. L'assurdità di questa spiegazione dovrebbe risultare evidente: a parte il fatto che il cervello perde cellule con ritmo piuttosto elevato senza perdita apparente della capacità di riconoscere oggetti, la propria nonna – materna o paterna – sarà «ravvisata» entro un'amplissima gamma di condizioni diverse che modificano drasticamente la natura globale delle qualità dello stimolo. La discussione sulla cellula della nonna mette in rilievo l'annoso problema della spiegazione riduzionista: quello della risintetizzazione dell'informazione ottenuta servendosi di una forma d'analisi riduzionista. In questo caso ci si serve delle informazioni ricavate dalla registrazione di cellule singole – sofisticata tecnica analitica riduzionista – per spiegare il riconoscimento di oggetti nel mondo

esterno, la cui descrizione impone l'uso di concetti insiti nella metodologia a livelli gerarchici diversi di spiegazione. Scartato l'aspetto critico della spiegazione della cellula singola (quella della cellula della nonna), ci si ritrova con una sbalorditiva quantità di spiegazioni alternative in termini di varie possibili distribuzioni di cellule, e senza basi solide per operare tra esse una distinzione in relazione ai risultati ottenuti dalle tecniche di registrazione di cellule singole o dalle indagini psicofisiche del processo percettivo.

Tuttavia, l'inadeguatezza di un modello a struttura gerarchica derivato dall'approccio analitico dei caratteri innescanti non significa necessariamente che l'analisi delle singole cellule o, piú in generale, un'analisi riduzionista non possa fornire una descrizione dei processi che stanno alla base della percezione visiva in genere e del riconoscimento degli oggetti in particolare. Le spiegazioni dei processi a livelli diversi della gerarchia di funzioni e descrizioni si rivelano collegate quando sono circoscritte a fenomeni specifici, e un approccio alternativo forse piú efficace nel porre in tal modo in relazione l'analisi delle informazioni a livello della singola cellula nel sistema visivo con gli eventi percettivi, è quello definito «analisi delle frequenze spaziali». L'analisi delle frequenze spaziali è stata elaborata da Campbell e collaboratori a Cambridge e da Maffei a Pisa. La differenza essenziale tra l'analisi delle frequenze spaziali e l'analisi dei caratteri innescanti è che nella prima l'interpretazione della funzione delle cellule nervose singole nell'analisi gerarchica nel sistema visivo non ha lo scopo di segnalare la presenza di particolari caratteri visivi ma di fornire informazioni sulle componenti della frequenza spaziale in uno stimolo visivo. Si può considerare la frequenza spaziale come una funzione dell'ampiezza dello stimolo: ad esempio le bande nella figura 29 hanno frequenze spaziali diverse. Inoltre, l'analisi delle frequenze spaziali ipotizza che neuroni codificanti particolari frequenze spaziali si troveranno in percorsi discreti, sicché nel sistema nervoso esisterebbero «canali» distinti per le diverse frequenze spaziali. Quest'analisi prevede che l'oggetto finale della percezione sarà determinato dall'attività relativa in tutti i canali delle frequenze spaziali. Non è possibile discutere nei particolari in questa sede tale impostazione per cui l'analisi dei caratteri innescanti non riesce a dare una spiegazione adeguata dei fenomeni percettivi in quanto gli stimoli di cui si serve

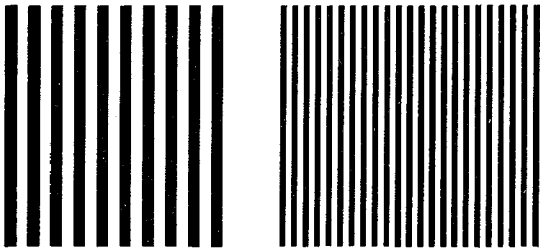


Figura 29.
Bande di frequenze spaziali diverse.

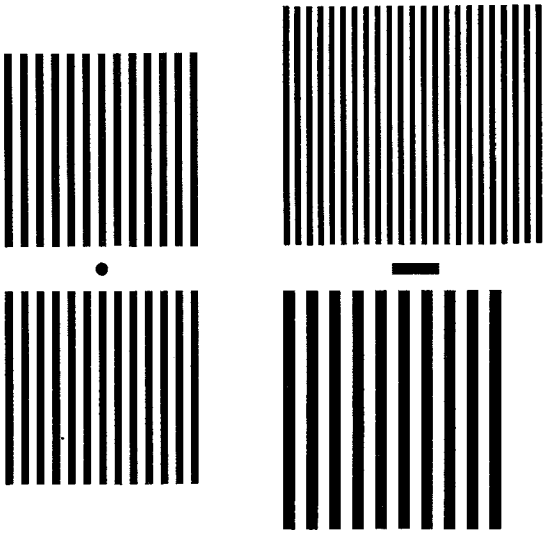


Figura 30.

Adattamento dopo l'effetto: visione da tre metri. Si osservi la barra centrale nella coppia destra di bande per circa un minuto e mezzo. Non lasciare gli occhi fermi ma muoverli continuamente da un'estremità all'altra della barra e viceversa. Dopo un minuto e mezzo di adattamento si guardi la macchia nel centro della coppia sinistra di bande. Le bande sembrano diverse? (Adattato, da Blakemore 1973).

per l'indagine – linee, strisce, margini, ecc. – sono inappropriati tanto al livello della singola cellula quanto a livelli superiori. Si può comunque apprezzare una interessante dimostrazione della sua capacità previsionale (cfr. fig. 30). L'analisi delle frequenze spaziali ipotizza che l'oggetto finale della percezione dipenda dalla quantità totale di attività nel sistema visivo distribuita tra i vari canali delle frequenze spaziali. Questa proposizione, non ricavabile a priori dall'analisi dei caratteri innescanti, si può saggiare ricorrendo ai fenomeni dell'adattamento. Se una determinata cellula nervosa viene stimolata per un lungo periodo, perde la capacità di reagire: il fenomeno è detto adattamento. Servendosi di stimoli tali da adattare particolari canali di frequenze spaziali, e non altri, l'analisi delle frequenze spaziali predice che, avvenuto l'adattamento, essi appariranno in qualche modo diversi. Per valutare simile previsione si può usare la figura 30 (leggere le istruzioni e seguirle attentamente): i risultati non dovrebbero essere privi d'interesse.

3.4. Corteccia associativa: localizzazione e equipotenzialità.

Corteccia associativa. Non è possibile approfondire qui la discussione dei sistemi sensoriali o anche dei sistemi e percorsi motori complessi che nel cervello

garantiscono il controllo del comportamento; si può tuttavia osservare di sfuggita che una rappresentazione omuncolare distorta simile a quella presente nella corteccia sensoriale si riscontra nella corteccia motoria della muscolatura del corpo. In soggetti umani sottoposti a operazione chirurgica, la stimolazione elettrica di regioni localizzate della corteccia motoria produce movimenti muscolari in regioni localizzate del corpo. L'area motoria della corteccia è situata nella circonvoluzione precentrale illustrata nella figura 16. Si tratta delle regioni cerebrali nelle quali termina lo stimolo sensoriale proveniente dai vari nuclei talamici, e delle zone per le quali si è dimostrato che la stimolazione del cervello determina un movimento muscolare; che cosa si può dire però delle restanti aree della corteccia? Sono aree cui è stato dato complessivamente il nome di corteccia associativa, in quanto originariamente si pensava che costituissero regioni ove modalità sensoriali differenti formassero associazioni che portavano all'innesco dell'uscita motoria. Si descriveranno alcune recenti scoperte sperimentali che dànno un'interpretazione di questo confuso concetto di «associazione». Una rappresentazione schematica delle aree della corteccia sensoriale, motoria e associativa, in quattro mammiferi rappresentativi è illustrata nella figura 31. Proprio lo straordinario aumento dell'area corticale non direttamente esplicante funzioni sensoriali o motorie ha caratterizzato l'evoluzione dei primati superiori e dell'uomo; in effetti nel cervello umano la massiccia espansione della corteccia associativa ha largamente relegato le zone sensoriali nella profondità dei solchi. Il ruolo di queste ampie aree di corteccia associativa nel cervello umano in relazione al controllo del comportamento non è affatto evidente, nonostante il continuo accumulo d'informazioni. Ad esempio, nei primati la corteccia temporale inferiore – la regione corticale situata sulla superficie inferiore del lobo temporale (cfr. fig. 16) – riceve stimoli sensoriali dall'area visiva principale nella corteccia principale e anche dal percorso visivo che attraversa il tubercolo quadrigemino su-

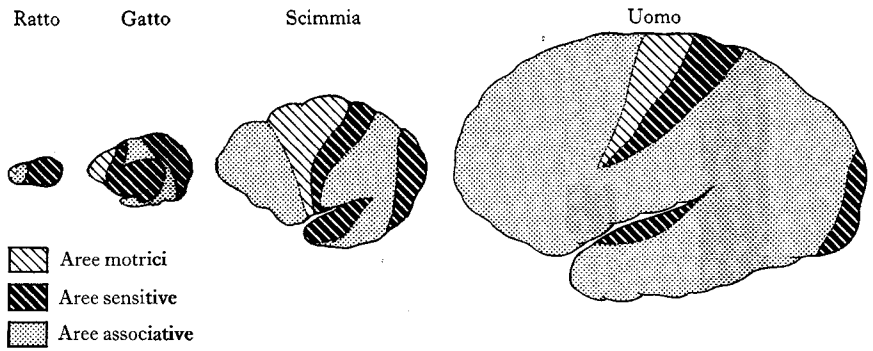


Figura 31.

Comparsa della corteccia associativa. Sono tracciati in scala approssimata gli emisferi cerebrali di quattro mammiferi. Si notino gli incrementi dimensionali sia assoluti che relativi dell'area della corteccia associativa. (Da Rose 1973).

periore nel cervello medio. Si può ritenere che il percorso visivo retina - nucleo genicolato laterale - corteccia occipitale sia soprattutto interessato all'analisi delle caratteristiche di uno stimolo visivo, mentre il percorso visivo retina - tubercolo quadrigemino superiore è implicato nell'analisi del movimento degli stimoli. La registrazione dell'attività di singole cellule nella corteccia temporale inferiore indica che le cellule nervose possiedono ampi campi recettivi visuali, che quasi sempre includono il centro della visione, e hanno complicate caratteristiche nei campi recettivi, sensibili a vari parametri degli stimoli visivi, quali il contrasto, il colore, la grandezza, la forma, il movimento e l'orientamento. Una lesione a questa zona determina un grave deficit nella capacità di apprendimento visivo, ma è interessante il fatto che non interferisce con i giudizi visivi fondamentali. Ricerche del genere favoriscono la comprensione delle funzioni delle cosiddette aree di associazione, situate al di fuori delle aree sensitive riceventi primarie nella corteccia. Lo studio della corteccia temporale inferiore suggerisce che in questa regione esista una associazione delle proprietà rispondenti dei due percorsi visivi nel cervello. La specificità delle risposte di singole cellule in quest'area dimostra che l'associazione non è una concorrenza di due modalità sensorie per caso attive simultaneamente – concetto implicito nell'antico uso del termine 'associazione' – ma un'elaborata integrazione delle risposte di due sistemi visivi coinvolti nell'analisi dei diversi aspetti di uno stimolo visivo, da cui estrarre caratteristiche «di ordine superiore». Nel caso della corteccia temporale inferiore, questa zona di corteccia associativa è quindi impegnata nell'estensione dell'analisi degli stimoli visivi.

Le piú ampie aree di corteccia associativa nel cervello umano sono i lobi frontali, posti anteriormente alla regione motoria della corteccia, i quali, nel XIX secolo, erano ritenuti sede dell'intelligenza. Gli studi anatomici delle connessioni dei lobi frontali ne indicano l'intimo collegamento con il sistema limbico (sistema che verrà discusso nel § 3.5 e che interviene nel controllo del comportamento emozionale); le parti dorsali del lobo frontale sono associate con l'ippocampo e le parti ventrali con l'amigdala. I lobi frontali stessi si proiettano verso i gangli basali, l'ipotalamo e il talamo, come pure verso altre regioni corticali. Le relazioni anatomiche presentano quindi un quadro complicato di interconnessioni, che presuppongono per quest'area funzioni altrettanto complesse. Negli anni '30 venne di moda asportare i lobi frontali come trattamento in alcuni casi di schizofrenia e in pazienti afflitti da turbe ossessive. Studi approfonditi sull'efficacia di questo drastico trattamento dimostrarono però che non si aveva alcun miglioramento significativo nei confronti di pazienti non sottoposti ad asportazione chirurgica dei lobi frontali. Gli «effetti collaterali» sui malati erano complicati e bizzarri; i primi rapporti suggerivano uno scarso effetto sulle funzioni intellettuali, misurate con i test d'intelligenza, ma studi successivi, piú particolareggiati, dimostrarono che si verificava un effettivo deterioramento nell'intelligenza. Il comportamento quotidiano dei pazienti spesso cambiava in modo drammatico, talvolta con gravi mutamenti nella personalità. In generale si ritiene che il danneggiamento dei lobi frontali comporti riduzione dello stato ansioso, mancanza di prudenza, perdita di inibizioni e consapevolezza sociale, diminuzione della capacità d'osservazione, ed euforia. In conseguenza dei cambiamenti della personalità (descritti come «effetti negativi sfortunati»), questa varietà di psicochirurgia si acquistò una cattiva fama.

Le ricerche sperimentali sulle lesioni ai lobi frontali di animali rivelarono un importante deficit comportamentale detto «deficit della risposta ritardata». Questo fenomeno si osserva quando a un animale viene indicata la soluzione corretta di un problema (del tipo di quale di due recipienti contenga cibo) lasciando poi passare un certo tempo prima di dargli la possibilità di scegliere il contenitore. Gatti, cani e scimmie normali non hanno difficoltà nell'apprendere la risoluzione di questo tipo di problema, ma il comportamento di animali che hanno subito lesioni frontali si riduce a livelli di casualità. Che questo disturbo non sia un semplice deficit di memoria o apprendimento è dimostrato dalla scoperta che, spegnendo le luci nella camera di prova durante il periodo di attesa – e quindi presumibilmente riducendo le distrazioni – gli animali possono riuscire nella risposta ritardata. Analogamente si è scoperto che certi pazienti umani «frontali» si dimostrano insufficienti nel confrontare stimoli presentati a distanza di circa un minuto.

Un altro aspetto degli effetti delle lesioni ai lobi frontali negli animali e negli esseri umani è la loro tendenza alla «perseveranza», ossia la difficoltà a passare dalla soluzione di un problema o da una forma di risposta ad una diversa. Queste due carenze, il deficit della risposta ritardata e la perseveranza, sono provocate dal danneggiamento di aree diverse della corteccia frontale. Le disamine delle funzioni di due regioni della corteccia associativa e di regioni frontali del cervello servono a illustrare la complessità delle funzioni mediate da aree cerebrali. L'analisi delle funzioni di aree della corteccia associativa deve progredire attraverso un'oculata ricerca che parta dall'analisi delle connessioni anatomiche per stabilire la natura delle entrate sensoriali alle varie regioni e i collegamenti efferenti, seguita da un accurato programma d'indagine degli effetti comportamentali delle lesioni alle aree del cervello. Tuttavia, quanto piú le regioni cerebrali sono lontane dalle aree sensoriali, tanto piú difficile è la progettazione di compiti comportamentali atti a determinare l'esatta natura di un deficit comportamentale. In genere le registrazioni dell'attività di singole cellule della corteccia associativa non si sono dimostrate utili, a causa della bassa probabilità che il ricercatore sia in grado di sintetizzare le esatte condizioni necessarie per eccitare le cellule, benché esistano resoconti di singole cellule nei lobi temporali di un gatto sensibili soltanto a un topo vivo e non a una sua copia inanimata.

Localizzazione ed equipotenzialità corticale. È ora il momento di tornare alla precedente discussione sulla controversia relativa alla localizzazione e all'equipotenzialità della corteccia. Le scoperte di Lashley – che indagò l'apprendimento nel ratto sottoposto a lesioni corticali – individuarono un fattore importante nel volume di tessuto corticale asportato piuttosto che nella sua localizzazione, mentre i dati relativi a soggetti umani sottoposti a colpi, tumori e operazioni chirurgiche al cervello indicarono una relazione precisa tra singole aree cerebrali e funzioni specifiche. Le precedenti discussioni sui processi sensoriali han-

no confermato l'idea di un elevato grado di localizzazione della rappresentazione sensoriale nella corteccia: ad esempio una lesione localizzata della corteccia visiva comporterà nel corrispondente emicampo visivo una macchia cieca circoscritta, inguaribile pur se l'individuo apprenderà strategie comportamentali per compensare l'invalidità. Effetti analoghi si troveranno per lesioni alle regioni motorie del cervello. Poiché dopo la morte o la distruzione delle cellule nervose non si verifica alcuna rigenerazione cellulare nell'ambito del SNC, il recupero parziale o totale che si osserva dopo un urto o in seguito alla asportazione di tumori nelle regioni sensoriali o motorie del cervello è con ogni probabilità dovuto a uno dei tre fattori seguenti, o a una loro combinazione:

1) una ripresa graduale della funzione può essere dovuta al recupero dal trauma cerebrale di un'area di tessuto nervoso non danneggiata strutturalmente;
2) se la lesione strutturale non portò alla morte delle cellule, può avere luogo una crescita degli assoni danneggiati tale da ripristinare in qualche modo le connessioni neuroniche spezzate;
3) un processo comportamentale potrebbe provocare l'apprendimento di comportamenti o strategie alternative per sostituire quelle perdute.

Non sembra sussista una prova attendibile dell'equipotenzialità nelle regioni sensoriali e motorie della corteccia e, ove si verifichi un ripristino delle funzioni perdute, questi fenomeni possono essere interpretati con spiegazioni alternative plausibili che non richiedono l'ipotesi dell'assunzione di nuove funzioni da parte di altre regioni cerebrali.

Che cosa si può dire dell'equipotenzialità della corteccia associativa? Poiché la rappresentazione specifica e puntuale delle funzioni sensitive o motorie non è una caratteristica della corteccia associativa, questo parrebbe costituire un buon esempio di equipotenzialità della funzione. La descrizione dei campi recettivi visivi della corteccia temporale inferiore (cfr. piú sopra), ove essi sono molto ampi e contengono in maggioranza il punto di sguardo fisso, sembrerebbe fornire le basi di un tipo di equipotenzialità. Se si distruggesse un'area della corteccia inferotemporale, i campi recettivi delle cellule demolite verrebbero duplicati innumerevoli volte nelle cellule restanti; quindi, ammesso che le caratteristiche dei campi recettivi delle cellule distrutte non siano talmente rigorose da non poter essere duplicate nelle altre cellule, ci si trova di fronte a una possibile base neurofisiologica per un certo grado di equipotenzialità nella corteccia inferotemporale, in quanto le altre cellule codificheranno le informazioni normalmente elaborate dalle cellule danneggiate. Sembrerebbe un'ipotesi ragionevole che la possibilità di un certo livello di equipotenzialità sia tanto piú elevata quanto piú gli stimoli effettivi regolanti le cellule nervose sono separati dalle precise qualità sensitive, ossia quanto piú sono distanziati nel percorso neuronico dalle aree di elaborazione sensoriale. Ricorrendo a un esempio piú specifico e servendosi ancora una volta della metafora della cellula della nonna, si potrebbe dire che ovviamente ognuno di noi è in grado di riconoscere la nonna nel quadro di un'ampia gamma di condizioni di stimolo diverse, come ad esempio con varie

illuminazioni, in una varietà di abiti e cappelli, e in un caleidoscopio di contesti sociali e geografici. Nonostante l'ampio spettro di condizioni variabili di stimolo, il concetto di nonna viene mantenuto. Se ne arguisce che tutte queste condizioni distinte debbono avere una rappresentazione fisica nel cervello, se non in un luogo particolare, almeno in sistemi discreti. Anche se si verificasse un'alterazione nel sottoinsieme di questi contesti, in linea teorica il concetto di nonna verrebbe conservato finché restasse un gruppo minimo di contesti.

Nel caso della corteccia frontale il deficit della risposta ritardata può essere determinato da lesioni che interessano un'area relativamente ampia della corteccia. Ciò può servire a dimostrare l'equipotenzialità in tutta quest'area della corteccia associativa, ma può anche darsi che un certo numero di funzioni siano rappresentate in modo discreto nell'area stessa e che l'interferenza con ognuna delle singole funzioni produca il deficit della risposta ritardata. È senz'altro possibile riconciliare in questi termini la scoperta lashleyiana dell'equipotenzialità della corteccia cerebrale del ratto con la nota specializzazione di questa corteccia: ad esempio, il ratto ha una corteccia associativa di dimensioni relativamente piccole (cfr. fig. 31); le regioni anteriori del cervello sono preposte alle funzioni motorie e le regioni posteriori a quelle visive. A causa delle minime dimensioni del cervello del ratto, è probabile che una lesione interferisca col funzionamento dell'una o dell'altra regione. I compiti di cui Lashley si serviva per valutare il comportamento degli animali erano relativamente complessi, ed è presumibile che la distruzione delle funzioni motorie o di quelle visive avrebbe un effetto ugualmente dirompente, in queste condizioni complesse, sulle prestazioni del ratto. In questo modo è perciò possibile spiegare l'apparente equipotenzialità riscontrata da Lashley in base alla nota localizzazione della funzione.

Questa spiegazione delle scoperte di Lashley non ricusa il concetto di equipotenzialità, ma sottolinea l'inadeguatezza di una definizione dell'equipotenzialità del tessuto neuronico in termini di equivalenza dei deficit comportamentali ottenuti da regioni diverse del cervello. Certamente non si può trarre alcuna deduzione sull'equipotenzialità negli esseri umani basandosi sulla scala suggerita dalle scoperte di Lashley sul ratto. Può darsi comunque che un danno in una regione cerebrale non abbia effetto sul comportamento, in quanto le funzioni mediate dalle cellule nervose danneggiate possono essere duplicate nelle cellule restanti; inoltre, in conseguenza del tasso di mortalità cellulare relativamente elevato nel cervello adulto (10^4/minuto), il cervello può presentare un notevole grado di ridondanza nel supplire alle perdite di cellule – ridondanza che prevarrebbe sugli effetti comportamentali di piccole aree danneggiate.

Per terminare, forse il dilemma abituale – localizzazione o equipotenzialità – non è il piú appropriato, poiché, in base a quanto precede, localizzazione ed equipotenzialità possono essere aspetti dello stesso sistema o regione cerebrale, entrambi determinati dalla natura della codificazione o rappresentazione dell'informazione nelle risposte delle cellule nervose di quella regione, ed entrambi diversi da una regione cerebrale all'altra; inoltre diversi in rapporto ai vari compiti comportamentali specifici.

3.5. Aspetti della funzione del cervello: motivazione ed emozione.

Un gruppo di nuclei che esercitano un'influenza sul sistema comportamentale e regolatore del cervello in misura sproporzionata alle loro dimensioni relativamente esigue è costituito dall'ipotalamo. Esempi di funzioni di gruppi di neuroni nell'ipotalamo verranno descritti quando si tratterà degli aspetti piú globali del controllo del comportamento, aspetti per lo piú considerati connessi al comportamento emozionale o dotati di proprietà motivazionali.

Motivazione: controllo della nutrizione. La stimolazione elettrica di regioni laterali circoscritte dell'ipotalamo (cfr. fig. 32) provoca un appetito vorace mentre lesioni discrete nella stessa regione portano a un rifiuto del cibo con conseguente morte per inedia. Nella regione ventromediale dell'ipotalamo la stimolazione elettrica determinerà la cessazione dell'ingestione di cibo quando l'animale è ancora «affamato» e lesioni in quest'area daranno come risultato un animale costantemente «affamato» in quanto incapace di portare a termine il pasto e quindi di regolare normalmente l'ingestione di alimenti. Queste due regioni dell'ipotalamo forniscono buoni esempi di ciò che spesso è indicato come «centro» nel cervello (nel nostro caso le due aree sono descritte come centri della nutrizione). L'impiego del termine 'centro cerebrale' non vuole significare, come spesso si

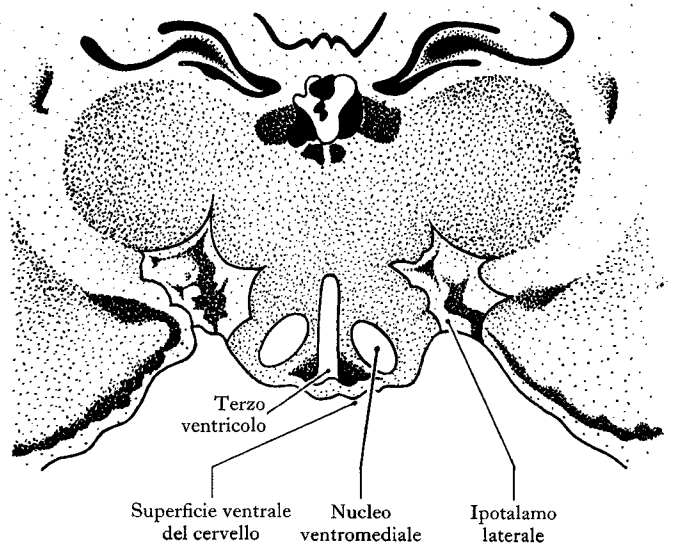


Figura 32.

Rappresentazione schematica di una sezione trasversale dell'ipotalamo del ratto. (Da Open University 1972).

presume, che tutte le funzioni alimentari siano elaborate e controllate da questa regione del cervello, ma che essa costituisce parte di un sistema complesso nella quale si è dimostrato che lesioni o stimolazioni elettriche esercitano determinate influenze su particolari comportamenti. Spesso succede che la stimolazione o lesioni in altre parti del cervello influenzino anch'esse i comportamenti prodotti dalla stimolazione di un cosiddetto centro e inoltre che la stimolazione di quest'ultimo eserciti un influsso su altri schemi comportamentali. Bisogna sottolineare che, mentre è possibile ottenere precise conseguenze sul comportamento, ledendo o stimolando una particolare regione cerebrale, quella regione sarà soltanto un'area in un sistema complesso nella quale può darsi esistano interazioni neuroniche complesse, sia tra le varie regioni cerebrali costituenti quel sistema sia tra altri sistemi motivazionali o regolatori, tali da assicurare una regolazione adattativa del comportamento. Ad illustrazione della complessità delle relazioni nei percorsi cerebrali direttamente implicati nell'elaborazione e nel controllo del comportamento emozionale e motivazionale → percorsi e strutture noti globalmente come sistema limbico – la figura 33 mostra un diagramma alquanto semplificato di talune interconnessioni note tra le principali strutture cerebrali del sistema limbico: ippocampo, amigdala, setto e ipotalamo.

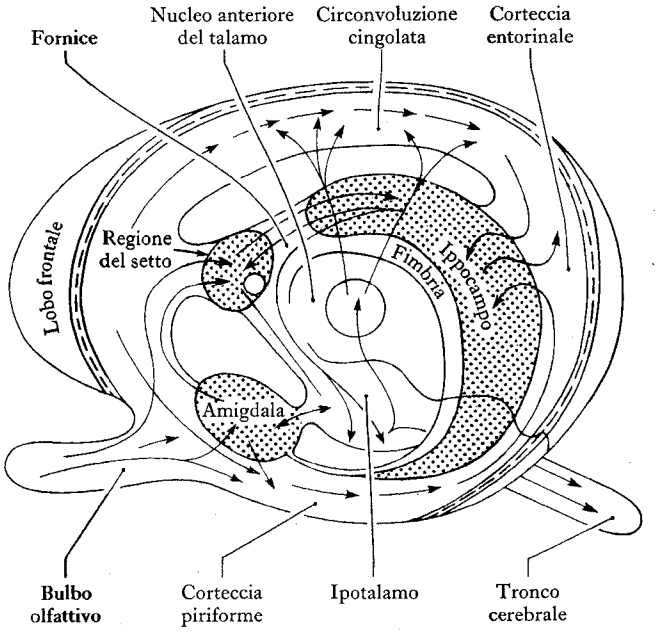


Figura 33.

Diagramma schematico semplificato di strutture del sistema limbico umano e delle loro interconnessioni. (Da Open University 1974).

Motivazione: stimolazione elettrica del cervello (SEC). Un aspetto della stimolazione del sistema limbico collegato agli aspetti motivazionali delle funzioni di questo sistema complesso fu studiato da Olds e Milner negli anni '50. I due ricercatori analizzarono alcune caratteristiche degli effetti della stimolazione di aree del sistema limbico sul comportamento ed elaborarono in proposito il concetto di autostimolazione.

Olds e Milner scoprirono che ratti allevati in laboratorio possono premere una leva per ricevere una stimolazione elettrica di regioni del sistema limbico, senza che intervenga altra forma di rinforzo. Tale comportamento di autostimolazione era estremamente persistente: i ratti erano disposti ad abbassare la leva per un periodo prolungato onde subire una stimolazione del cervello. L'esistenza di siti del cervello umano dotati di analoghe proprietà di autostimolazione è stata confermata da esperimenti su pazienti sottoposti a chirurgia cerebrale e in alcuni soggetti provvisti di elettrodi impiantati permanentemente e comandati mediante radiotrasmittente.

I siti di autostimolazione nel cervello del ratto manifestano due caratteristiche nel controllo del comportamento: essi rinforzano e motivano il comportamento. Il rinforzo del comportamento ad opera di stimolazioni elettriche di queste aree cerebrali è dimostrato dal fatto che gli animali imparano a risolvere rompicapi, quali la scelta di un dato percorso in un labirinto, unicamente per ricevere una stimolazione cerebrale al termine del percorso. Le proprietà motivazionali sono palesate dalla persistenza del comportamento di pressione della leva ed anche dal fatto che i ratti esploreranno attivamente i labirinti per raggiungere il traguardo e la stimolazione cerebrale. L'eccitazione di altre regioni del sistema limbico si traduce nell'opposto fenomeno della punizione: lo stimolo in queste regioni porrà fine al comportamento e i ratti eviteranno una leva se il suo abbassamento comporterà un'eccitazione elettrica di queste zone.

L'identificazione di questi siti cerebrali rinforzanti e motivanti il comportamento ha ovvie implicazioni per una comprensione delle strutture che reggono il comportamento nell'animale normale in condizioni normali. Un presupposto implicito nell'interpretazione di effetti del SEC quali l'autostimolazione è che i sistemi cerebrali su cui essa si basa interverrebbero di norma nella motivazione e nel rinforzo di comportamenti legati alle spinte fondamentali che controllano il comportamento degli animali, quali la fame, la sete, il sesso, il mantenimento della temperatura corporea, ecc. Un'altra implicazione di queste scoperte è però che la loro identificazione consente un controllo diretto esterno sulla funzione cerebrale e sul comportamento mediante stimolazione elettrica di aree del cervello attraverso elettrodi impiantati.

Strutture del SNC e controllo del comportamento emozionale. La stimolazione elettrica di zone dell'ipotalamo, del sistema limbico e del cervello medio può avere un effetto profondo sul comportamento degli animali da laboratorio. La stimolazione elettrica in siti opportuni del cervello determinerà un comportamento aggressivo o difensivo e piccole variazioni nella collocazione degli elettrodi pro-

durranno variazioni sistematiche nel comportamento provocato dallo stimolo. Ad esempio, un piccolo cambiamento nella posizione degli elettrodi nell'ipotalamo di un gatto potrebbe generare il passaggio da un attacco difensivo rumoroso – con dorso arcuato e coda eretta accompagnati da sibili e spruzzi – a un silenzioso attacco furtivo. La stimolazione in regioni diverse del sistema limbico determinerà verosimilmente tutta una gamma di comportamenti, dal ringhio o sibilo ai comportamenti di attacco vero e proprio. Su queste basi deve esistere un percorso neuronico complesso in grado di elaborare e controllare tale aspetto del comportamento emozionale. È interessante osservare che l'asportazione della corteccia cerebrale nel gatto rende l'animale iperaggressivo, lasciando pensare che *una* funzione globale della corteccia cerebrale consista nel controllare comportamenti elaborati a livelli «inferiori» del cervello attraverso un'influenza inibitrice. Tuttavia, l'immagine del controllo sul comportamento emozionale che si ricava da studi siffatti dev'essere modificata in seguito alla discussione di alcune inattese scoperte compiute da due neurofisiologi americani, Ellison e Flynn [1968] i quali hanno accertato che l'isolamento chirurgico dell'ipotalamo dal resto del cervello, ossia il distacco di tutti i nervi che entrano ed escono dall'ipotalamo, poneva i gatti in grado di mettere in pratica risposte aggressive organizzate a un opportuno stimolo esterno. Questa constatazione getta luce sui problemi dell'interpretazione dei risultati sperimentali della stimolazione e delle lesioni di aree cerebrali. Nel caso delle scoperte di Ellison e Flynn, la completa rimozione dell'area in cui lo stimolo determina il comportamento aggressivo non aboliva il comportamento stesso. Non tutte le implicazioni della scoperta sono chiare: si potrebbe speculare su un'elaborazione e controllo del comportamento aggressivo effettuati da un sistema ad organizzazione gerarchica, con l'ipotalamo situato in posizione abbastanza elevata nella gerarchia e in grado di controllare aspetti fini dell'integrazione del comportamento aggressivo con altri comportamenti. Ma si tratta di una congettura. L'implicazione piú evidente suggerisce cautela nell'interpretazione della natura del ruolo svolto da determinate strutture cerebrali nel controllo sul comportamento. Una struttura del sistema limbico cui si è attribuito un ruolo nel controllo e nell'elaborazione del comportamento aggressivo è l'amigdala. Nella letteratura in generale si constata che la stimolazione dell'amigdala in animali da laboratorio provoca risposte aggressive, mentre le lesioni comportano docilità o timidezza.

Tuttavia, recentemente un neurofisiologo americano, Elliot Valenstein [1973] ha elencato alcuni studi che offrono una spiegazione diversa degli effetti della stimolazione e della lesione dell'amigdala. Valenstein sostiene che la semplice somministrazione di una scossa elettrica dolorosa alle zampe (ad esempio) di un animale rende piú probabile la manifestazione di un comportamento aggressivo, e la propone come spiegazione possibile dell'aggressione determinata dalla stimolazione dell'amigdala. Per quanto riguarda l'asserzione secondo cui lesioni dell'amigdala produrrebbero un comportamento meno aggressivo, Valenstein descrive alcuni studi dai quali si evince la possibilità che reazioni emozionali siano evocate non dalla perdita di aggressività in sé, ma da una generale mancanza di risposta alla maggior parte degli stimoli. La spiegazione cosí fornita è piú

complicata dell'ipotesi di controllo dell'aggressione da parte dell'amigdala: l'effetto può senz'altro essere questo, ma il modo in cui si realizza è lungi dall'essere conosciuto ed è probabile che coinvolga mutamenti in un'ampia area di risposta a stimoli sociali e di altro genere.

Controllo esterno sulla funzione del cervello: implicazioni sociali. La scoperta di percorsi e siti cerebrali in cui la stimolazione elettrica o le lesioni provocano cambiamenti nel comportamento, quali si sono visti in precedenza a proposito della motivazione e dell'emozione, ha portato a una migliore comprensione del modo in cui i comportamenti difficili sono organizzati e controllati nel cervello. Allo stato attuale delle conoscenze molte delle interpretazioni di questi esperimenti debbono però essere considerate speculative. Una causa risiede nel fatto che, mentre le procedure neurofisiologiche e chirurgiche usate negli esperimenti si sono dimostrate adeguate, non è stato cosí per la sperimentazione comportamentale. Di solito gli effetti della stimolazione o della lesione vengono esaminati in situazioni altamente specifiche, convenienti ai preconcetti degli esperimenti. Ad esempio, ipotizzando che l'amigdala sia interessata al controllo dell'aggressione, immediatamente s'indagano gli effetti della lesione o della stimolazione nel quadro di incontri aggressivi con altri animali. Può darsi, come suggerisce Valenstein, che un cambiamento nell'aggressione sia soltanto un aspetto di un mutamento piú globale nella percezione che risulterebbe evidente soltanto da una ricerca piú ampia. Per fare un altro esempio, si è proposto che la famosa dimostrazione di José Delgado [1969], relativa all'arresto della carica di un toro per stimolazione elettrica di un cosiddetto centro della punizione nel cervello, avrebbe potuto essere determinata dall'attivazione di un comportamento del tutto improprio quale la svolta su un fianco, influsso che bloccherebbe e confonderebbe il toro ma non richiederebbe un'interpretazione in termini di attivazione del centro della punizione.

Si possono quindi avanzare dubbi legittimi sull'esatta interpretazione di un gran numero di esperimenti; dubbi che stanno ad indicare la necessità di molte ricerche prima di poter pervenire a conclusioni inequivocabili sulle cause di parecchi mutamenti comportamentali riscontrati in seguito a stimolazione elettrica o lesione di aree cerebrali. Nell'ultimo decennio sono tuttavia apparse molte pubblicazioni in cui si sostiene un uso assai piú ampio dell'intervento chirurgico esterno sul cervello umano come «terapia» per un gran numero di disturbi comportamentali e piú in generale come mezzo di controllo dei comportamenti aggressivi nell'ambito della società, del tipo di quelli delle sommosse razziali americane degli ultimi anni '60 e dei primi '70. Due pubblicazioni sono indicative della tendenza ad affermare l'opportunità di un intervento chirurgico diretto sul cervello umano – *Physical Control of the Mind* di José Delgado [1969] e *Violence and the Brain* di Mark e Ervin [1970]. I metodi di stimolazione elettrica o di lesione del cervello per controllare il comportamento di individui aggressivi, difesi da questi autori, sono giustificati soprattutto nel contesto della letteratura sugli effetti della stimolazione e lesione di regioni del cervello in esperimenti su animali.

Le considerazioni che precedono indicano la persistenza, in merito all'interpretazione degli esperimenti su animali, di dubbi sufficienti a rendere simili prescrizioni come minimo premature e arbitrarie, nonché pericolose a lungo termine. Un altro aspetto delle proposte di Mark ed Ervin relative all'intervento chirurgico sul cervello come prassi di controllo sociale, è l'uso frequente dell'amigdalectomia in India e in Giappone e il suo meno diffuso impiego in Europa e in America per controllare il comportamento di pazienti che dimostrano sintomi violenti. Essi vengono di solito ospedalizzati in preda a epilessia temporale (si dovrebbe notare che soltanto una piccola percentuale di epilettici temporali presenta sintomi aggressivi) e in molti casi l'amigdalectomia li rende meno violenti e piú facilmente trattabili dal personale di servizio ospedaliero.

Quando Mark ed Ervin difendono l'amigdalectomia e Delgado si pronunzia per l'uso di elettrodi per controllare l'aggressione, partono dal presupposto implicito che, come nel caso degli epilettici temporali, un disturbo fisico del cervello sia la causa dell'aggressività che si osserva nella maggior parte delle società occidentali industrializzate, riducendola ad una disfunzione fisica «curabile» con l'amigdalectomia o manipolabile con la stimolazione. Per questi autori non è affatto strano proporre che una larga percentuale di cittadini americani (si valuta che il 4 per cento circa della popolazione mostri un comportamento aggressivo) venga sottoposta a amigdalectomia o all'impianto di elettrodi nel cranio. Si accetta però che milioni e milioni di tranquillanti siano ingeriti quotidianamente da una popolazione di casalinghe in prevalenza di media età! Estendendo l'analisi nella società americana, risulterebbe senz'altro che la maggior parte degli individui candidati a questa «terapia» sarebbero negri o di recente immigrazione, appartenenti agli strati socioeconomici inferiori. In questi termini, è chiaro che la difesa dell'intervento diretto sul cervello per controllare il comportamento di elementi aggressivi della società è imputabile piú a una particolare visione classista della società e all'esigenza di mantenere lo status quo che non a un'interpretazione critica dei dati raccolti dalla neurobiologia contemporanea e al desiderio di controllare determinati elementi nella società con il minimo sforzo e disturbo, ossia al desiderio di dare una spiegazione del comportamento aggressivo tale da riconoscere un'interazione tra ambiente e funzione cerebrale.

Mente, cervello e coscienza. Si tratterà ora delle relazioni tra la struttura del cervello e i concetti di mente e coscienza. Quanto segue non vuole però essere una trattazione definitiva o esauriente di questo complesso campo nel quale scienza e metafisica condividono interessi comuni. Si descriveranno brevemente alcuni studi recenti sulla comprensione di aspetti dei fondamenti strutturali della coscienza e si proporrà un'interpretazione della controversia mente/cervello in grado di fornire un'intelaiatura ideologica per le ricerche e teorizzazioni sui rapporti tra struttura e funzione del cervello.

«Split brain» (cervello sezionato) e coscienza. Senza dubbio, nell'ultimo decennio, gli sviluppi piú interessanti delle scienze del cervello sono legati allo studio sistematico degli effetti sul comportamento di un'importante operazione

chirurgica, consistente nel sezionamento del massiccio tratto fibroso che collega i due emisferi cerebrali: il corpo calloso (cfr. fig. 15). Questo drastico intervento chirurgico, detto *split brain*, è stato realizzato su un numero di pazienti relativamente esiguo al fine di ovviare alle conseguenze di una ferita al corpo calloso e di escrescenze su di esso, ovvero per impedire che un'attività epilettica originantesi da un'area danneggiata della corteccia cerebrale interferisca col funzionamento dell'altro emisfero per comunicazione dell'attività neurale epilettiforme attraverso il corpo calloso.

I primi studi di pazienti sottoposti a *split brain* rivelarono un effetto sorprendentemente modesto di questa operazione sul loro comportamento e in moltissimi casi le loro *performances* risultarono migliorate grazie ai benefici effetti dell'intervento. Scoperte d'importanza fondamentale furono compiute quando la sperimentazione divenne piú sofisticata e le informazioni visive poterono essere indirizzate selettivamente all'uno o all'altro emisfero. Si ricorderà (cfr. § 3.3) che ogni retina è funzionalmente divisa lungo un meridiano verticale attraverso la fovea, che costituisce l'area di massima acutezza della retina e determina la direzione dello sguardo fisso nella visione normale. Gli assoni del nervo ottico da ciascuna emiretina raggiungono l'emisfero opposto, cosicché ogni emisfero riceve i dati neuronici dalle regioni equivalenti in entrambe le retine. Le conseguenze funzionali di questa complessa organizzazione del percorso ottico sono che, dirigendo lo sguardo fisso su un punto particolare, l'emisfero sinistro riceve le informazioni neuroniche relative agli stimoli situati a destra di quel punto e quello destro riceve le informazioni relative agli eventi verificantisi a sinistra del punto stesso. In tal modo la corteccia visiva ha una rappresentazione lateralizzata dello spazio ottico, corrispondente alla laterizzazione incrociata dei sistemi corticali sensoriale e motorio. Questo sistema è stato utilizzato ingegnosamente per lateralizzare l'informazione presentata visivamente a uno dei due emisferi, servendosi di uno strumento di ricerca psicologica noto come tachistoscopio. Un tachistoscopio consente di presentare uno stimolo visivo a un soggetto per un breve periodo di tempo. In questo modo si possono mostrare gli stimoli negli intervalli tra i rapidi movimenti oculari spontanei e volontari, sempre presenti e in grado d'interferire con la lateralizzazione dello stimolo ottico. Il procedimento utilizzato per esaminare i soggetti sottoposti a *split brain* è molto semplice e viene illustrato nella figura 34. La natura dei deficit riscontrati lateralizzando l'informazione visiva nel cervello mediante il tachistoscopio è chiarita dall'esperimento che segue: al soggetto si fa vedere brevemente l'immagine di un oggetto nel campo destro o sinistro, *chiedendogli* d'identificare l'oggetto verbalmente o di sceglierlo con la mano corrispondente tra vari oggetti lontani dagli occhi. Se gli oggetti sono presentati sul lato destro, il soggetto non ha difficoltà sia a identificarli verbalmente sia a sceglierli con un tocco della mano destra. Se gli stimoli sono presentati sul lato sinistro del tachistoscopio, l'individuo ha sempre la possibilità di raggiungere l'oggetto appropriato con la mano, ma è del tutto incapace di nominarlo e, paradossalmente, con tutta probabilità negherà di avere visto uno stimolo e di aver compiuto un riscontro. Un'ulteriore dimostrazione delle differenze di capacità dei due emisferi si ottiene seguendo la presentazione

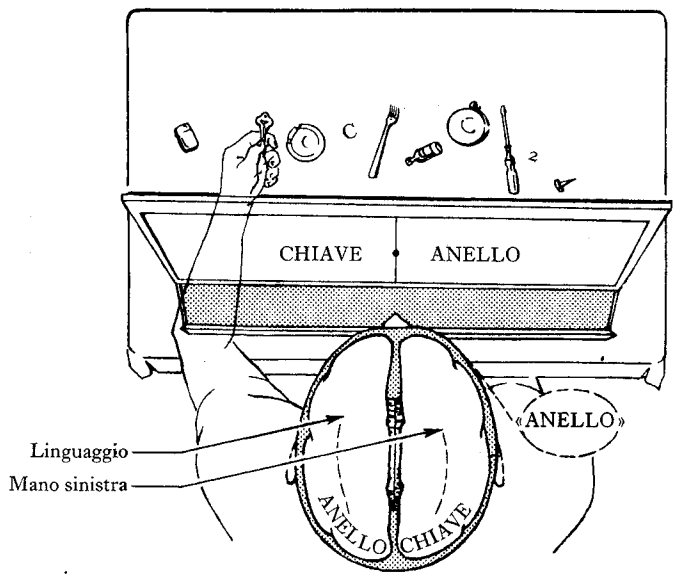


Figura 34.

Test su un paziente con cervello sezionato (*split brain*). Stimoli visivi vengono mostrati per breve tempo nei campi visivi sinistro o destro e il soggetto deve riferire la parola vista e scegliere un oggetto opportuno soltanto col tatto. (Da Sperry 1973).

contemporanea di oggetti diversi a ciascun emisfero: in questo caso le mani corrispondenti riusciranno a effettuare gli opportuni riconoscimenti, ma l'individuo reagirà soltanto alla vista di un oggetto posto nel campo ottico destro. Queste scoperte si accordano con quanto si sa (cfr. § 3.1) sulla lateralizzazione della funzione nei due emisferi, con specializzazione o dominanza per le funzioni del linguaggio nell'emisfero sinistro. Queste scoperte, non deducibili dalla lateralizzazione delle funzioni del linguaggio nel cervello umano, dimostrano che l'emisfero destro, pur essendo inabile alla favella, è in grado di comprendere istruzioni parlate e di determinare un comportamento corrispondente senza la «conoscenza» dell'emisfero opposto, o per lo meno senza che i sistemi di produzione della parola dell'emisfero sinistro abbiano accesso all'informazione.

I risultati di questi e di altri esperimenti dimostrano immediatamente l'esistenza di due sistemi comportamentali indipendenti nei pazienti con cervello sezionato, donde l'ipotesi dell'esistenza entro lo stesso corpo nel cervello sezionato di due coscienze indipendenti. In condizioni normali non si rileva una diversificazione dell'informazione nei due emisferi e si suppone che l'emisfero dominante per la produzione del linguaggio diventi quello prevalente. Si ha però testimonianza, da parte delle famiglie di pazienti da poco sottoposti a *split brain*, di conflitti secondari in particolare nel comportamento delle due braccia: ad esem-

pio una mano che prende un giornale, l'altra che lo allontana, la prima che lo afferra nuovamente e cosí via finché il giornale è tutto spiegazzato e illeggibile. Simili incidenti diventano sempre meno frequenti col trascorrere del tempo, presumibilmente via via che l'emisfero sinistro assume un ruolo di supercoordinazione.

I problemi sollevati dai pazienti con cervello sezionato circa la natura della coscienza sono tema di continuo dibattito, poiché la discussione riguarda l'essenza stessa della coscienza. Tuttavia, se le interpretazioni dei risultati della chirurgia dello *split brain* circa la formazione di una duplice coscienza in un solo cervello sono corrette, altra acqua viene portata al mulino di chi sostiene il dualismo di mente e cervello. Gli autori di questo articolo sono invece per una visione unitaria dei rapporti tra mente, cervello e coscienza. La particolare relazione esplicativa adottata è una versione della posizione filosofica nota come ipotesi dell'identità, che, nella sua forma piú estrema, propone che mente e cervello siano una stessa «entità». Una versione piú soddisfacente di questa ipotesi è che mente e cervello non siano la stessa «entità» (da spiegarsi con gli stessi concetti e leggi), ma concetti diversi derivati dall'osservazione della «stessa cosa» a livelli diversi nella relazione tra struttura e funzione dei sistemi nervosi. Ne deriva che, in teoria, è possibile dedurre affermazioni a livelli diversi nella gerarchia delle spiegazioni del cervello e delle sue funzioni (cfr. fig. 1). In particolare, di ogni evento sarebbero possibili delle descrizioni in termini di funzionamento della struttura o dei processi cerebrali e altre in termini di mente. Ciascun gruppo di asserzioni sarebbe ugualmente valido, ma, a causa delle diverse nature della spiegazione e delle leggi esplicative relative ai vari livelli dell'indagine, le varie spiegazioni non saranno necessariamente in relazione diretta tra loro. Secondo questa posizione unitaria, secondo cui i due concetti di mente e di cervello derivano da due modi diversi di guardare alla stessa «cosa», la coscienza, la collera e la memoria, per esempio, sono tutti aspetti della mente e, come tali, hanno il loro corrispettivo in spiegazioni basate sul funzionamento del cervello. I risultati degli studi sulla correlazione tra mente e cervello saranno esposti nel paragrafo seguente, dove si discuteranno i rapporti tra aspetti comportamentali e strutturali o biochimici dell'apprendimento e della memoria. Nell'ambito di questi studi si realizza una certa coerenza definendo l'attributo della mente in termini di operazioni comportamentali e servendosi quindi di tali operazioni per osservare le conseguenze a vari livelli nella struttura gerarchica del cervello. Ad esempio si vedrà che i correlati biochimici della memoria sono stati identificati analizzando i cambiamenti verificatisi in animali passati attraverso l'esperienza di un insieme particolare di ben definite condizioni comportamentali. Una conseguenza della versione dell'ipotesi dell'identità di cui sopra è che la coscienza rappresenta un aspetto della mente che ha un fondamento strutturale nel cervello. Uno degli autori di questo articolo [Rose 1973] ha avanzato l'ipotesi che la coscienza sia una funzione del grado di complessità dell'interazione tra le cellule nervose nel cervello e in particolare nella corteccia cerebrale. L'emergere della coscienza è quindi visto come il risultato del successo di una particolare «strategia evolutiva», volta a conseguire sul comportamento un controllo adattativo e flessibile che ha

raggiunto il culmine nella linea dello sviluppo evolutivo degli attuali mammiferi.

Una caratteristica di questa ipotesi a base evolutiva circa le origini e le fondamenta della coscienza è che le definizioni di quest'ultima in termini di attributi della coscienza umana, quali l'impiego di un linguaggio fortemente simbolico, o in termini di autoidentità o autocoscienza, non possono fornire una descrizione generale della coscienza.

Può darsi che particolari sviluppi della struttura del cervello umano tali da differenziarlo dai cervelli dei primati piú a noi vicini abbiano consentito l'identificazione e la comunicazione di tali concetti tra gli esseri umani, ma queste caratteristiche del comportamento umano non consentono una definizione globale della coscienza distinta da quella della coscienza umana, né permettono una chiara demarcazione nella natura della coscienza tra l'uomo e gli altri animali. Che altri animali siano in grado di servirsi di un linguaggio altamente simbolico è stato dimostrato da recenti studi compiuti da molti gruppi di ricercatori che hanno lavorato sugli scimpanzé. I coniugi Gardner «adottarono» un giovane scimpanzé, chiamato Washoe, cui insegnarono a comunicare usando una variante del linguaggio americano per sordomuti. Charles Premack ha istruito il suo scimpanzé Sarah all'uso di un alfabeto di oltre cinquanta simboli in plastica colorata, riuscendo a comunicare grazie ad una struttura sintattica simile all'inglese scritto. Entrambi gli scimpanzé hanno conseguito una notevole abilità nell'impiego dei linguaggi e hanno raggiunto età mentali di tre-quattro anni.

I risultati ottenuti da questi ricercatori indicano che l'acquisizione dei linguaggi astratti ha accresciuto il potenziale di comunicazione tra gli animali e i loro «genitori» umani, nonché l'interazione e la portata del controllo comportamentale tra essere umano e scimpanzé, in entrambe le direzioni! Resta da accertare se degli animali possano utilizzare linguaggi siffatti per comunicazioni interspecifiche, ma è evidente che, con la dimostrazione dell'uso di tali linguaggi da parte di animali, attributi della coscienza umana quali ad esempio la capacità di servirsi di un linguaggio non assicurano una definizione della coscienza umana abbastanza netta da distinguerla da quella non-umana.

L'impiego del linguaggio simbolico verbale negli esseri umani è correlato allo sviluppo delle strutture specializzate che si sono viste nell'emisfero cerebrale sinistro, strutture che determinano l'asimmetria funzionale del cervello umano, contrariamente alla diffusissima concezione secondo cui il cervello dei mammiferi non-umani sarebbe a simmetria bilaterale per quanto riguarda la struttura e la funzione.

L'evidenza di una specializzazione strutturale che favorisce certi aspetti della coscienza umana suggerisce l'improbabilità, in una prospettiva evolutiva, di un legame lineare tra coscienza o grado di coscienza e livello di connettività nel cervello o negli emisferi cerebrali, e fa ipotizzare invece lo sviluppo, dovuto a pressioni evolutive, di una struttura particolare sempre piú favorevole all'emergere di un animale adattativo e flessibile nelle sue risposte all'ambiente. Nel caso dell'evoluzione umana, lo sviluppo della comunicazione verbale di un linguaggio simbolico astratto ha quindi favorito grandemente l'uomo come specie nella capacità di controllo del comportamento individuale e sociale, ma ci sono voluti

gli sforzi attenti e diligenti di ricercatori come i Gardner e Charles Premack per mettere in evidenza come tali capacità non siano esclusivamente umane e per evitare che le grosse differenze esistenti tra comportamento umano e animale siano prese a sostegno di una posizione neodualistica in cui la mente o la coscienza siano considerate appannaggio esclusivo dell'*Homo sapiens*!

4. *Aspetti della plasticità nel cervello.*

4.1. Plasticità nello sviluppo della corteccia visiva.

L'elaborato sistema di analisi sensoriale della corteccia visiva, descritto in un precedente paragrafo, fornisce un buon esempio di un aspetto della plasticità del cervello in via di sviluppo, una plasticità che pone le influenze ambientali in grado di interagire con una struttura piú o meno determinata nel corso dello sviluppo di un'organizzazione funzionale appropriata all'ambiente. Nella corteccia visiva dei gattini appena nati, quando gli occhi sono pronti ad aprirsi, le risposte delle singole cellule allo stimolo ottico palesano proprietà simili ma piú deboli di quelle riscontrate nella corteccia del gatto adulto. La popolazione di

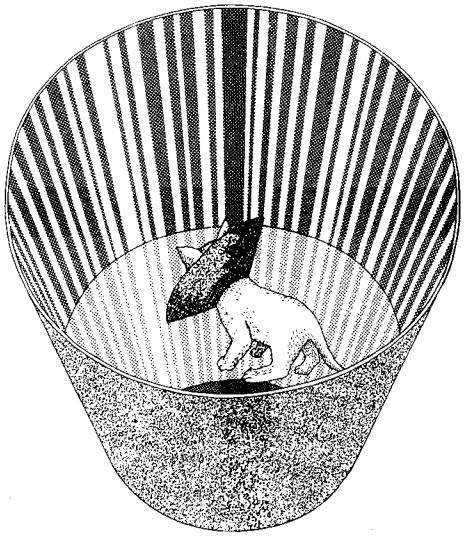


Figura 35.
Due gattini furono esposti quotidianamente per un breve periodo in ambienti costituiti da strisce verticali od orizzontali. Per il resto del tempo rimasero al buio. L'ambiente visivo era rappresentato da un tubo di plastica verticale dell'altezza di circa due metri. Il gattino, che indossava un collare nero per celare il corpo agli occhi, era posto su una piastra di vetro collocata nel mezzo di un cilindro. (Da Blakemore e Cooper 1970).

cellule immature nella corteccia del gattino otticamente inesperto contiene neuroni attivabili da uno o da entrambi gli occhi e sensibili selettivamente all'orientamento dello stimolo ottico. Uno studio sistematico di una popolazione di cellule in questi gattini rivela tutte le caratteristiche presenti nell'adulto, ma le risposte delle cellule sono pigre e i caratteri innescanti specificati con minore chiarezza. Ciò indica l'esistenza di una dettagliata specificazione innata dell'assemblaggio del sistema ottico nel corso dello sviluppo del cervello. Il processo in base al quale si verifica lo sviluppo interattivo del sistema è stato elaborato in una raffinata serie di esperimenti di Blakemore e Cooper [1970] presso l'università di Cambridge. Blakemore allevò gattini al buio, esponendoli brevemente in ambienti costituiti unicamente da strisce verticali od orizzontali (cfr. fig. 35). Nei gattini cresciuti normalmente, la popolazione di cellule corticali include l'intera gamma di orientazioni piú o meno ugualmente rappresentate. Nei micini allevati in ambienti verticali od orizzontali si rinvennero soltanto cellule con orientamenti di campi recettivi verticali od orizzontali e appropriati alla loro prima esperienza (cfr. fig. 36). Una simile analisi a livello delle singole cellule implica che i gatti con rappresentazione ridotta dell'intero spettro di orientamenti nelle cortecce visive presenteranno connesse deficienze nel loro comportamento successivo. Tali previsioni sono state confermate nella misura in cui l'acutezza e la discriminazione visive risultano significativamente menomate, ma il deterioramento non è rilevante quanto si potrebbe presumere in base alle gravi influenze sul funzionamento corticale. Se i gattini sono allevati con occhiali di protezione che consentano loro di vedere soltanto linee verticali da un occhio e

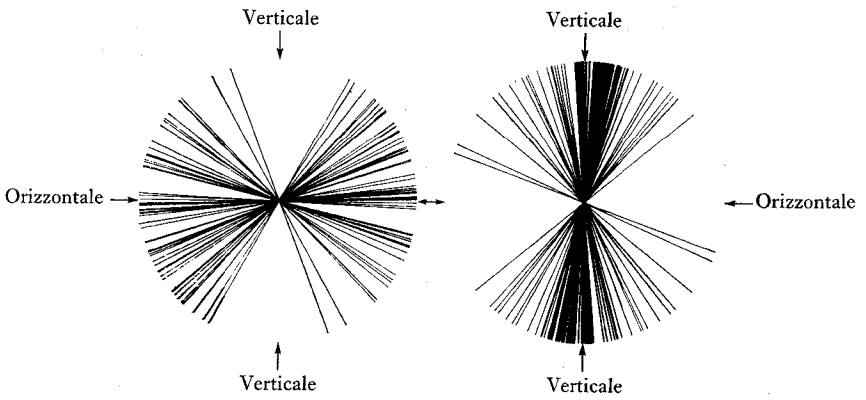


Figura 36.
Questi istogrammi polari mostrano le distribuzioni degli orientamenti dei campi recettivi visivi di neuroni da due gatti esposti a un ambiente ottico limitato durante l'infanzia. La distribuzione sulla sinistra proviene da un gatto esposto a strisce orizzontali e quella a destra da un gatto esposto a strisce verticali. In un gatto allevato normalmente si riscontreranno tutti gli orientamenti con pari probabilità, e ne risulterà una distribuzione regolare delle linee nell'istogramma polare. (Da Blakemore e Cooper 1970).

linee orizzontali dall'altro, la binocularità delle risposte delle cellule corticali va perduta e le cellule corticali vengono comandate esclusivamente da uno dei due occhi, poiché le cellule monoculari sono sensibili soltanto agli orientamenti cui fu esposto «il rispettivo occhio». Gli influssi della privazione selettiva durante l'allevamento si verificano nell'ambito di un periodo sensibile che inizia all'età di tre settimane, raggiunge il massimo nella quarta e quinta settimana e declina nel secondo e nel terzo mese. Tale periodo sensibile corrisponde all'epoca (ottotrentasei giorni) di enorme incremento delle spine dendritiche e della densità delle sinapsi nella corteccia visiva dei gatti. Tuttavia la modificabilità di certe caratteristiche di risposta delle cellule corticali visive può persistere in un modo molto ridotto e rudimentale nello stadio di maturità del gatto.

Si pensa che la plasticità della struttura della corteccia visiva si acquisti grazie all'uso o al disuso delle terminazioni sinaptiche sulle cellule corticali. Come descritto in precedenza, gli impulsi sensoriali alle cellule corticali dalle cellule nervose nel nucleo genicolato laterale presentano nella loro connettività con le cellule corticali un grado di specificità indicato dalle risposte alla stimolazione visiva nel gattino otticamente inesperto. Tuttavia, con l'esposizione selettiva a stimoli verticali od orizzontali risulteranno attive soltanto quelle terminazioni sinaptiche che mediano le risposte agli stimoli verticali od orizzontali; si ritiene che le terminazioni sinaptiche divengano piú efficaci con l'uso e si affermino laddove le connessioni non stimolate divengono relativamente meno efficaci e perdono la capacità di eccitare le cellule corticali.

Un'ulteriore modificazione o creazione di selettività di orientamento nella corteccia si determinerà in altre cellule attraverso un'attività differenziale in sottoinsiemi dei segnali afferenti sinaptici su cellule corticali che possiedono un impianto «innato» per altri orientamenti o non sono legate a stimoli con requisiti precisi. In questi casi si ritiene che l'attività sinaptica differenziale aumenti il rendimento dei terminali nell'azionare la cellula corticale postsinaptica, e si pensa che l'accresciuta attività sinaptica consenta di «sommergere» la restante popolazione meno efficiente di stimoli sinaptici.

Gli aspetti dello sviluppo della corteccia visiva che condussero alla determinazione dei rivelatori dei caratteri innescanti sono stati descritti in quanto sottolineano una caratteristica estremamente importante dello sviluppo del cervello, ovvero la capacità innata d'interazione tra la struttura in sviluppo e l'ambiente, interazione che stabilisce il funzionamento ottimale del cervello entro quell'ambiente. Servendosi del metodo riduzionista della registrazione di cellule singole sono state fissate con precisione sia le conseguenze dell'esposizione ottica selettiva sia lo sviluppo temporale di tali interazioni. Un'importante peculiarità di questo aspetto della plasticità del cervello è il suo verificarsi nell'ambito di un periodo sensibile durante lo sviluppo della struttura cerebrale.

Queste scoperte forniscono un paradigma importante per la comprensione del peso delle influenze ambientali sul cervello in sviluppo. Può darsi che non sia possibile studiare con altrettanta precisione le influenze ambientali su altre regioni cerebrali, e non sarà mai possibile verificare con la stessa precisione che effetti similari si producano nel cervello umano; tuttavia, le implicazioni per

quel che riguarda lo sviluppo umano sono evidenti e non si possono ignorare. Gli influssi degli stimoli ambientali sullo sviluppo e sull'affinamento dei rivelatori dei caratteri innescanti (che probabilmente costituiscono non soltanto i meccanismi di analisi sensoriale ma anche i primi stadi nella rappresentazione del mondo esterno nel cervello) richiamano l'attenzione sulle svantaggiose condizioni in cui avviene spesso lo sviluppo infantile.

La conferma della rilevanza di queste scoperte ai fini dell'interpretazione dello sviluppo umano sono soltanto circostanziali ed è presumibile che le limitazioni imposte dal periodo sensibile, ammesso che questo coincida con l'evoluzione delle interconnessioni corticali, siano molto meno rigide. Ciò è probabile a causa della relativa lunghezza del periodo di sviluppo della struttura cerebrale nell'uomo. Comunque, quanto meno, queste scoperte confermano le correnti teorie educative sull'importanza del ruolo delle influenze ambientali in anni precoci e prescolastici. Asserire che il paradigma dello sviluppo interattivo della corteccia visiva nel gattino valga anche per lo sviluppo delle strutture neurali che mediano i processi descritti come pensiero è certo un salto speculativo; tuttavia, anche se la portata del salto è senz'altro esagerata, la direzione in cui lo si compie non è del tutto errata. Nei paragrafi che seguono si discuteranno altre prove a sostegno di questa posizione, a partire da studi condotti su animali e su uomini circa gli effetti della denutrizione e delle influenze ambientali in periodi critici dello sviluppo sulle prestazioni del cervello adulto.

4.2. Aspetti della plasticità del cervello: memoria e apprendimento.

La memoria e il cervello. In un precedente esempio sugli effetti delle influenze ambientali sulla struttura e sul funzionamento della corteccia visiva in sviluppo si è rilevato che l'architettura di questa regione del cervello era modificabile in un determinato periodo dello sviluppo. In tale periodo le strutture di analisi sensoriale della corteccia visiva «si uniformavano» alle caratteristiche dominanti dell'ambiente visivo. Questa forma di plasticità è solo uno dei tanti esempi di adattabilità osservati nelle funzioni del cervello in formazione dei mammiferi. Un altro aspetto della plasticità del cervello (in sviluppo e adulto) è la sua permanente capacità di modificazione, grazie alla quale esso modifica le caratteristiche della sua struttura per accumulare informazioni relative alle variazioni ambientali. Questa plasticità è indicata dalla varietà di fenomeni inclusi nel termine generale 'memoria'. Dato il tema del paragrafo, ci si occuperà soprattutto degli aspetti neurofisiologici piuttosto che di quelli psicologici dell'immagazzinamento delle informazioni nel cervello, a meno che essi non servano a completare il quadro generale biologico.

La classificazione convenzionale della memoria umana si fa distinguendo tra memoria a breve e a lungo termine. La figura 37 illustra questi concetti servendosi di un diagramma di flusso. L'informazione entra nella memoria a breve termine dal sistema sensoriale; essa può essere conservata nel serbatoio a breve termine grazie alla ripetizione e, in certe condizioni ancora poco chiare, è trasferita in una sorta di deposito a scadenza piú lunga. È molto piú facile descrivere

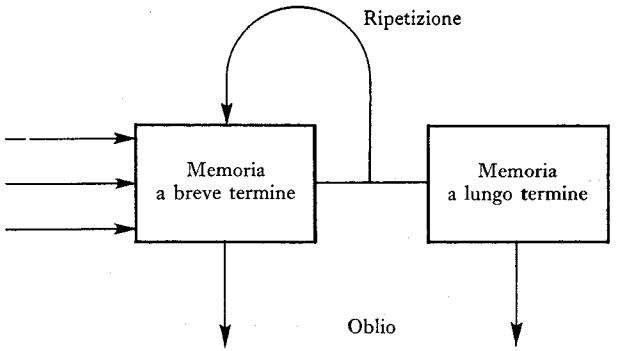


Figura 37.
Rappresentazione schematica della memoria a breve e a lungo termine.

la memoria a breve termine che non quella a lungo termine, ma non è difficile valutare le differenze in modo intuitivo: tutti hanno sperimentato la distratta consultazione di un numero telefonico e la successiva necessità di osservare nuovamente il numero: naturalmente i ricordi nel deposito a lunga scadenza assicurano la stabilità della nostra esistenza individuale e determinano le modalità in base alle quali interagiamo con il mondo. La distinzione tra memoria a breve e a lungo termine è importante in questo contesto poiché è indicativa di una diversità dei meccanismi cerebrali che stanno alla base di questi due aspetti della memoria umana. Gli individui che ritornano in sé dopo un periodo di incoscienza provocato da un colpo alla testa spesso palesano una perdita di memoria di eventi accaduti immediatamente prima del trauma, anche se i ricordi a piú lungo termine possono restare inalterati. Benché vi siano problemi metodologici nell'accertare che nessun ricordo a lunga scadenza sia andato perduto, in generale si ammette che la suscettibilità delle informazioni recenti all'urto, ovvero a trattamenti quali l'elettroshock, denoti l'esistenza di due tipi di memoria: una memoria a breve termine, mediata dalla permanente attività elettrica nei circuiti neuronici cerebrali; una memoria a piú lunga scadenza, mantenuta da determinati mutamenti strutturali permanenti, di cui si tratterà in seguito. Il periodo di amnesia retrospettiva che si estende fino a un'ora circa prima dell'offesa al cervello indica quindi il periodo di consolidamento dell'immagazzinamento del ricordo nella memoria a lungo termine.

L'esame di pazienti sottoposti all'asportazione di tessuto nervoso dai lobi temporali del cervello fornisce elementi decisivi circa le strutture cerebrali che intervengono nel processo di memorizzazione. I lobi temporali sono strutture suscettibili di lesioni sfocianti nell'epilessia. Una lesione prodotta dal forcipe nel corso del parto può portare alla formazione di un gruppo di cellule danneggiate generatrici di attività epilettica. Se non è possibile controllare l'epilessia mediante farmaci si potrà asportare chirurgicamente il tessuto danneggiato. In un soggetto noto nella letteratura come HM, un focolaio epilettico venne rimosso da

ciascuno dei lobi temporali ma la lesione intaccò l'ippocampo e l'amigdala, posti direttamente sotto i lobi temporali. Una sfortunata conseguenza dell'asportazione chirurgica fu che, dopo l'operazione, HM perse la capacità d'immagazzinare informazioni nella memoria a lungo termine. HM era in grado di ricordare avvenimenti accaduti prima dell'operazione, ma in seguito i dati entravano e uscivano dal deposito a breve termine senza dar luogo alla formazione di ricordi piú permanenti. Le conseguenze della menomazione sono ovviamente gravi: per esempio, HM deve continuamente essere ripresentato alle persone che incontra.

È possibile interpretare la menomazione di HM, nella metafora del diagramma di flusso (cfr. fig. 37), come un'interruzione del legame tra memoria a breve e a lungo termine, supponendo che il collegamento sia assicurato dall'ippocampo. Che l'ippocampo non sia interessato di per sé alla memoria a breve scadenza è suggerito dalla scoperta che le capacità mnemoniche di HM sono normali nonostante il danneggiamento del lobo temporale e dell'ippocampo.

L'opinione che la sindrome amnesica prodotta dalla lesione ai lobi temporali e agli ippocampi sia determinata dall'incapacità di accumulare informazioni è stata messa in dubbio da Warrington e Weiskrantz [1968], i quali, mediante un test ingegnoso, illustrato nella figura 38, scoprirono che l'informazione può esse-

Figura 38.
Stimoli usati per valutare la memorazione di pazienti che presentano un'apparente perdita della capacità di formare memorie a lungo termine. (Da Open University 1975).

re immagazzinata da pazienti afflitti da amnesie simili a quella di HM. In questi esperimenti viene presentata al paziente, in ordine crescente di completezza, una serie di figure schizzate via via con maggior precisione, quali ad esempio l'aeroplano e la parola mostrati nella figura 38. Dopo parecchi tentativi protratti per vari giorni, i soggetti imparano a riconoscere gli oggetti quando sono ancora incompleti, il che indica la presenza di un immagazzinamento di dati a lungo termine. Una spiegazione alternativa dell'amnesia prodotta dal danneggiamento del lobo temporale e dell'ippocampo, proposta da Warrington e Weiskrantz, è che l'informazione si depositi nella memoria a lungo termine, ma che, in conseguenza dell'incapacità di tenere separati nuovi ricordi, il processo di recupero non possa svolgersi normalmente. Il grado di specializzazione della funzione dell'ippocampo nel processo di memorizzazione è stato illustrato da studi condotti da Milner a Montreal. In un'indagine su pazienti con livelli diversi di lesione unilaterale al lobo temporale, Milner rileva che la misura del deficit di memoria è legata all'entità della lesione e che il danneggiamento della corteccia temporale sinistra e dell'ippocampo porta alla menomazione selettiva della memoria del funzionamento verbale, mentre quello della corteccia temporale destra sfocia nell'indebolimento della memoria per i rapporti spaziali.

Recenti studi di cellule singole sull'ippocampo del ratto, effettuati da ricercatori dell'University College, a Londra, indicano che determinate cellule poste in particolari regioni dell'ippocampo del ratto reagiscono selettivamente alla relazione geografica tra l'animale e gli stimoli del mondo esterno. Ne deriva l'interessante ipotesi che questa struttura, con la sua disposizione neuronica altamente regolare e ripetitiva, fornisca una base per una «mappa» di caratteristiche nel mondo esterno all'interno del cervello. Anche se esiste un legame sperimentale tra queste scoperte e quelle di Milner relative agli effetti sulla memoria per i rapporti spaziali di lesioni ai lobi temporali destri e agli ippocampi in soggetti umani, e nonostante l'interpretazione di Warrington e Weiskrantz dell'amnesia come incapacità di tenere separati i ricordi, le implicazioni degli studi sugli animali sono lungi dall'apparire chiare e la conciliazione delle ricerche svolte sugli animali e sull'uomo in merito al funzionamento dell'ippocampo rappresenta un'eccitante prospettiva per il futuro.

Correlati strutturali dell'apprendimento. Nel paragrafo precedente, un aspetto dei fondamenti biologici della memoria – la base transitoria della memoria a breve termine, con probabile mediazione ad opera di un'attività elettrica continua – contrastava con le caratteristiche relativamente permanenti della memoria a lungo termine. Le modificazioni che si accompagnano alla formazione dei ricordi a lunga scadenza durante l'apprendimento si sono dimostrate un campo fruttuoso di ricerca pluridisciplinare sulle funzioni cerebrali: neurochimici, anatomisti, psicologi e matematici hanno tutti portato significativi contributi al progresso della ricerca. La natura pluridisciplinare della ricerca sull'apprendimento risulterà evidente dagli esempi seguenti. Le condizioni che rendono possibile l'apprendimento sono state ben definite secondo un certo numero di cosiddetti paradigmi di apprendimento. Un paradigma relativamente semplice, delineato e analizzato dal fisiologo russo Pavlov e detto condizionamento classico, specifica condizioni per cui, attraverso la congiunzione nel tempo di due stimoli, la risposta di solito determinata da uno stimolo viene a essere provocata anche dall'altro. Una dimostrazione pavloviana classica è quella del cane che da principio saliva alla vista del cibo e che poi lo fa al suono di un campanello, quando esso precede regolarmente la presentazione del cibo. Le associazioni formatesi attraverso un condizionamento classico, come ad esempio la salivazione al suono del campanello, possono conservarsi a lungo, ma andranno perdute se al suono del campanello non segue la presentazione del cibo in una percentuale abbastanza elevata dei casi.

Un'altra varietà di apprendimento, piú stabile del condizionamento classico, e definito condizionamento strumentale o operante, è il paradigma fornito dalla gabbia di Skinner. Skinner fu il primo a indagare sistematicamente le caratteristiche di questa forma di apprendimento, sviluppando in seguito una massiccia sovrastruttura ideologica dalla quale scaturiscono prescrizioni per il controllo comportamentale sociale e individuale.

Il paradigma del condizionamento operante o strumentale è esemplificato dal comportamento di un ratto che preme una leva per ricevere cibo nella gabbia di Skinner (cfr. il vol. I, p. 749, di questa stessa *Enciclopedia*). Le condizioni essenziali necessarie per una *performance* stabile sono che l'animale sia stato «adattato» a schiacciare la leva, ossia che abbia imparato ad associare la pressione della leva con determinate conseguenze ambientali quali la presentazione del cibo, e che sia stato privato ad esempio di cibo o di acqua. Variando la frequenza e il programma di presentazione del rinforzo (ossia il numero di pressioni della leva necessario per l'offerta di una piccola quantità di cibo) si può ottenere una intera gamma di schemi di pressione. È possibile variare il rapporto tra pressioni e rinforzi determinati dallo sperimentatore in modo da ottenere ritmi di schiacciamento della leva alti, bassi o intermittenti. Una caratteristica del comportamento operante è data comunque dalla sua stabilità e dal fatto che gli animali possono essere condizionati ad agire per frequenze di rinforzo estremamente basse. I due paradigmi – condizionamento operante e classico – sono stati i primi tentativi per caratterizzare il processo di apprendimento e hanno fornito la base per il grosso delle ricerche sull'apprendimento. Quanto alla possibilità che essi non descrivano adeguatamente lo spettro delle condizioni nelle quali si pensa avvenga l'apprendimento negli esseri umani o negli animali, effettivamente i condizionamenti operante e classico non esauriscono le condizioni in cui si verifica l'apprendimento. Ma, a prescindere dal processo di *imprinting*, che sarà descritto in seguito, non si prenderanno qui in esame altri paradigmi, quali l'apprendimento latente, descritti nei manuali di psicologia sperimentale.

Oltre a essere due condizioni diverse in cui avviene il processo di apprendimento negli esseri umani e negli animali, i paradigmi dei condizionamenti operante e classico sono stati posti in relazione con una distinzione in termini di struttura del cervello. Si sono dimostrate forme di condizionamento classico in animali privati delle cortecce cerebrali, necessarie viceversa per l'attuazione del condizionamento operante. Non è chiaro se la distinzione indichi l'esistenza di

piú di un processo fisiologico capace di mediare l'apprendimento, uno dei quali sarebbe di origine fisiologica piú primitiva dell'altro. Può darsi che la necessità dell'integrità delle cortecce cerebrali per lo sviluppo del condizionamento operante rifletta semplicemente l'esigenza di un'analisi sensoriale e di un controllo motorio superiori a quelli mediabili dalle strutture subcorticali, anziché presupporre che le strutture corticali si interpongano per un tipo diverso di processo d'apprendimento.

Un'interessante interpretazione dei fondamenti di una forma di apprendimento nasce dall'osservazione che un focolaio epilettico in un emisfero cerebrale determinerà una sua immagine speculare nell'emisfero opposto. Il meccanismo del fenomeno è la continua trasmissione delle scariche ritmiche delle cellule associate alla regione epilettica originaria, attraverso il corpo calloso, alla regione simmetrica sull'altro lato del cervello. Le scariche ritmiche «spingono» le cellule e le relative reti neuroniche a emettere scariche all'unisono.

Esperimenti su animali indicano che, trascorsi alcuni giorni, la regione cerebrale controlaterale originariamente normale sviluppa un focolaio epilettico autonomo. Le cellule nervose di questo centro e le reti neuroniche associate ad esse mostrano quindi una propria attività neuronica sincrona e ritmica. Si può pensare che la formazione di un focolaio epilettico speculare rappresenti la dimostrazione di una rudimentale forma di apprendimento: la capacità delle reti nervose di assorbire uno schema di eccitazione tramite l'esposizione ad esso per un periodo prolungato.

In un ampio ed accurato studio dei fondamenti neuronici dell'apprendimento con tecniche di registrazione di cellule singole, Bures e Buresova, di Praga, si servirono del paradigma del condizionamento classico in una forma modificata. Con sottili elettrodi introdussero corrente elettrica nelle cellule nervose per determinarne la scarica, registrandone al contempo l'attività elettrica; immediatamente prima dell'immissione della corrente elettrica veniva presentato all'animale uno stimolo acustico o tattile. Approssimativamente il 12 per cento della popolazione dei neuroni analizzati nella corteccia cerebrale, nell'ippocampo, nel talamo e nella formazione reticolare, dove uno stimolo segnalava l'esistenza di un incremento nell'eccitazione delle cellule cerebrali, mostrò un condizionamento classico. In questi casi si riscontrò che gli stimoli acustici o tattili, che in precedenza non avevano determinato la registrazione della singola cellula ma si erano associati a un aumento del tasso di eccitazione della singola cellula, riuscivano a provocare una risposta nelle cellule.

Un'interpretazione delle scoperte di Bures e Buresova è che l'attività presinaptica prodotta dagli stimoli acustici o tattili, incapaci prima del condizionamento di causare una risposta postsinaptica, venisse facilitata dall'accoppiamento con la risposta postsinaptica della cellula. Secondo questa spiegazione si pensa che l'apprendimento abbia luogo non già grazie a una semplice unione dell'attività pre- e postsinaptica in una giunzione sinaptica, ma in forza di qualche processo di facilitazione dipendente dall'attività postsinaptica. In altri termini, l'apprendimento avviene tramite un meccanismo che amplifica il segnale in uscita del trasmettitore o la risposta postsinaptica a quel trasmettitore, oppure grazie a

una combinazione di entrambi i fattori. Un controverso meccanismo sinaptico proposto da Holger Hyden – un neurochimico svedese – prevede che durante il processo di apprendimento certe proteine, presenti nella fessura sinaptica tra i terminali sinaptici e la membrana cellulare postsinaptica, si accorcino fisicamente e determinino una restrizione e una maggiore efficienza della giunzione.

Altri ricercatori si sono concentrati sui meccanismi presenti a livello dei dendriti delle cellule nervose, le funzioni sinaptiche sulle spine dendritiche. Rall e Rinzel, statunitensi, hanno proposto che le variazioni nelle caratteristiche di conduzione elettrica delle spine dendritiche determinino una modificabilità dell'impulso dendritico alle cellule nervose che si può associare al processo di apprendimento.

Le spiegazioni del processo di apprendimento in termini di modificabilità delle funzioni sinaptiche sui corpi cellulari nervosi o sulle spine dendritiche sono interpretazioni al livello strutturale del processo di apprendimento e costituiscono soltanto due esempi di una gamma di spiegazioni dei complessi fenomeni cui si dà il nome di apprendimento. La ricerca parallela sui correlati biochimici dell'apprendimento ha avuto molto piú successo nel richiamare l'attenzione delle comunità scientifiche del pubblico in genere. Esperimenti condotti negli anni '60 pretesero di dimostrare che l'acido ribonucleico (RNA) estratto dai cervelli di animali addestrati provocava un comportamento appreso se iniettato nei cervelli di animali non condizionati. L'RNA è un precursore nella produzione di proteine nella cellula nervosa, proteine che possono assolvere a svariate funzioni. Le proteine sono necessarie per fabbricare i trasmettitori atti a ripopolare i pool di trasmettitore presso le terminazioni sinaptiche; sono necessarie per «riparare» le conseguenze del ricevimento dei trasmettitori in corrispondenza dei siti postsinaptici; ed intervengono forse nella specificazione di determinati aspetti della risposta delle cellule nervose. Frazionando estratti cerebrali prelevati dagli animali addestrati, ricorrendo alla centrifugazione ad alta velocità per separare gli estratti in funzione dei pesi molecolari, risultò che proteine di determinato peso molecolare o lo stesso RNA erano la componente attiva dell'estratto di trasferimento.

Il dibattito che seguí la pubblicazione di questi esperimenti di trasferimento assunse toni piú accesi in seguito alla pubblicazione di una relazione di un gruppo di ricercatori che individualmente non erano riusciti a replicare quegli esperimenti. Oggi comunque la controversia resta aperta, nonostante la non-plausibilità di alcuni dei risultati ottenuti, e i maggiori protagonisti si sono volti ad altri progetti di ricerca, di tipo meno controverso. Nel frattempo la ricerca sui correlati biochimici dell'apprendimento ha seguito una linea piú precisa, in termini di specificazione della sua indagine e di procedure comportamentali usate per produrre l'apprendimento. In esperimenti effettuati dal Brain Research Group presso la Open University, in collaborazione con Patrick Bateson e Gabriel Horn della Cambridge University, questi ricercatori hanno seguito le variazioni nella sintesi di proteine e di RNA nel corso di un processo di apprendimento nel pulcino. Il procedimento comportamentale utilizzato per causare l'apprendimento viene definito

imprinting. L'*imprinting* è l'apprendimento che si verifica nel corso di un determinato periodo dello sviluppo osservato nei giovani di molte specie, caratterizzati dall'immediata mobilità dopo la nascita. Questi animali tendono a seguire i primi oggetti visti in movimento – di solito i genitori o i fratelli – e in questo modo imparano le caratteristiche della specie e inoltre restano in «buona compagnia». Il programma di ricerca si è interessato agli eventi biochimici associati all'apprendimento piuttosto che ad altri avvenimenti contemporanei, quali l'eccitazione, l'attenzione o il movimento. Nel tentativo di eliminare le influenze non specifiche sulla chimica cerebrale, i cervelli dei pulcini sono dapprima sezionati, tagliando le vie che trasportano le informazioni visive tra le due metà del cervello. Nella situazione di *imprinting*, in cui il pulcino è messo in presenza di un oggetto in moto, come una luce rotante, un occhio viene ricoperto in modo che l'informazione visiva che viene appresa sia limitata a una metà del cervello. Si procede quindi a un confronto tra i tassi di sintesi di RNA tra i due emisferi cerebrali, l'uno *imprinted* e l'altro no. In questo modo si escludono gli effetti delle influenze non specifiche servendosi del pulcino stesso come controllo. Si è scoperto che le variazioni che si registrano durante l'*imprinting* hanno luogo in una regione particolare della volta del telencefalo, ove è possibile rivelare aumenti nella produzione di RNA poco dopo l'esposizione allo stimolo di *imprinting*, e dove, per un periodo di due ore, aumenta la formazione di proteine. Si riscontrano diversità tra i due emisferi cerebrali, ma le procedure di controllo non sono perfette poiché il lato non *imprinted* del cervello riceve una stimolazione sensoriale minore dell'altro. Tuttavia le conclusioni sono convalidate dai risultati di altri esperimenti nei quali si accertò che la misura della sintesi proteica nel cervello di un dato uccello era legata al livello di apprendimento registrato.

Il verificarsi di variazioni nella sintesi di proteine e RNA nel corso di procedimenti generanti apprendimento è confermato da esperimenti nei quali si iniettano nel cervello, durante la fase di apprendimento, sostanze medicinali inibitrici della sintesi proteica, come ad esempio gli antibiotici acetossicicloesamide e puromicina. Questi farmaci impediscono per parecchie ore il verificarsi della sintesi proteica. Se, nel corso di esperimenti di apprendimento, si inietta una di queste sostanze, gli animali di solito non mostrano alcuna memorizzazione a un giorno circa di distanza, anche se hanno dato prova di apprendimento durante i tentativi di addestramento. Se l'inoculazione viene effettuata parecchie ore dopo gli esperimenti, l'avvenuto apprendimento risulta da test condotti dopo un certo intervallo. Questi esperimenti indicano inoltre che anche negli animali hanno luogo processi simili a quelli di memoria a breve e a lungo termine, già visti negli esseri umani. L'evidenza sperimentale sembra dunque dimostrare chiaramente l'intervento delle proteine nel processo di apprendimento e ricercatori come Hyden affermano di essere in grado di distinguere la formazione di varietà diverse di RNA e quindi di proteine come risultato del processo di apprendimento. Tuttavia questi esperimenti non possono fornire una prova incontrovertibile dell'affermazione per cui l'apprendimento è dovuto alle proteine: può darsi che le proteine abbiano una funzione specifica sulla membrana postsinaptica o, dopo aver percorso l'assone, presso i terminali sinaptici; ma possono esistere anche altri anelli nella catena che porta all'accumulo dell'informazione al livello neuronico. È verosimile poi che la produzione di proteine sia un processo parallelo a qualche altro meccanismo (probabilmente la formazione di lipidi, anch'essi costituenti della membrana cellulare), non in grado di funzionare senza la presenza di proteine. Sinora i neuroricercatori si sono interessati soprattutto al meccanismo RNA-proteina, in gran parte a causa dell'impulso dato alla ricerca in questa direzione dalla decifrazione del codice genetico basato sul DNA. Gli altri meccanismi che potrebbero mediare l'accumulo di informazioni a livello neuronico restano tuttora inspiegati, ma è probabile che diventino oggetto di indagini future via via che si disporrà di una maggiore quantità di dati sui sistemi non proteici nelle cellule nervose.

La discussione sulla memoria e sull'apprendimento conclude questo paragrafo sulle peculiarità della plasticità del cervello, ove si è trattato del modo in cui la struttura del cervello può essere modificata in modo definitivo o temporaneo per dar luogo a un'interazione piú appropriata o adattativa con l'ambiente. Altre caratteristiche della plasticità del cervello, evidenziatesi durante il suo sviluppo, verranno trattate nel paragrafo successivo a proposito degli effetti della malnutrizione e dell'arricchimento od impoverimento ambientale sulla struttura del cervello e su certi aspetti del suo funzionamento.

5. *Cervello e scienza del cervello nella società.*

Grazie all'indagine sistematica degli effetti delle condizioni ambientali sulla struttura e sulla funzione dei cervelli di animali, il neuroscienziato è in grado di criticare il deterioramento fisico e mentale imposto a una larga percentuale della popolazione mondiale, critica che trova riscontro nell'analisi, di natura piú politica, in termini di sfruttamento materiale di una classe ad opera di altre classi e di un paese da parte di altri paesi. Risulterà evidente che gli autori dell'articolo non sostengono la rivendicazione della neutralità della scienza e dell'investigazione scientifica. Scienza e indagine scientifica assumono valore in relazione alla direzione e alle finalità e le scienze del cervello sono in una posizione peculiarmente strategica per essere sfruttate in vista di una varietà di obiettivi nell'ambito della società contemporanea.

5.1. Malnutrizione: effetti sulla struttura e funzione del cervello.

Struttura del cervello. Secondo una stima allarmante ma realistica dell'incidenza della malnutrizione ai nostri giorni, circa metà della popolazione mondiale è sopravvissuta a un periodo di grave privazione nutrizionale durante l'infanzia e oltre; si calcola inoltre che piú di trecento milioni di bambini soffrono di gradi variabili di malnutrizione. Sintomi della malattia di Kwashiorkor, dovuta alla malnutrizione cronica, sono letargia e stanchezza profonde, mentre le vittime di una nutrizione insufficiente presentano di solito deficienze nella statura e nella capacità mentale.

L'identificazione di due periodi di piú intenso sviluppo cerebrale, che si verificano nella maggior parte dei mammiferi secondo una sequenza fissa anche se con tempi differenti, ha consentito di effettuare in laboratorio esperimenti sugli effetti della malnutrizione sul cervello animale in sviluppo e adulto, favorendo cosí la comprensione degli effetti della malnutrizione sul cervello umano. Il ratto di laboratorio si è dimostrato un soggetto ideale in questo genere di studi in quanto la sua sequenza evolutiva è tale che il momento della nascita contrassegna anche la transizione dalla prima fase di sviluppo cerebrale – la fase di crescita neuronale – alla seconda, caratterizzata dallo sviluppo delle cellule gliali e dalla formazione di connessioni tra le cellule cerebrali.

Un'ipotesi che ha avuto la sua influenza nel dirigere il pensiero e la sperimentazione sugli effetti della malnutrizione è stata proposta da Dobbing [1968]. In sintesi, l'ipotesi suggerisce che il cervello sia piú vulnerabile a un'offesa ambientale come la malnutrizione nell'epoca in cui lo sviluppo è piú rapido, ovvero durante le due fasi di piú intensa crescita cerebrale. Fortunatamente per gli esseri umani, la prima fase di sviluppo cerebrale si verifica durante lo stadio embrionale-fetale precoce, quando le strutture in sviluppo sono protette dalla malnutrizione grazie alle riserve presenti nel corpo materno. La seconda fase, che ha luogo tra la tarda gravidanza e i quattro-cinque anni circa, non è altrettanto salvaguardata e le conseguenze della malnutrizione in questo periodo sono state indagate sperimentalmente nel ratto. Una prassi standard usata in tali ricerche consiste nel prendere due figliate di ratti e trasferirne alcuni da una figliata all'altra. Con questo procedimento il gruppo piú piccolo avrà adeguate forniture di latte, mentre gli altri saranno sottoalimentati.

Nel corso di un paziente studio di nidiate di ratti allevati in questo modo, Cragg [1972] ha confrontato i cervelli di ratti denutriti per le prime sette settimane di vita postnatale con quelli di membri della stessa figliata alimentati in modo normale. È risultato che i ratti sottoalimentati avevano un peso corporeo pari a un terzo di quello dei loro compagni ben nutriti, mentre il peso cerebrale era ridotto del 22 per cento. Questa osservazione è coerente con le scoperte compiute su mammiferi morti per insufficiente nutrizione, in base alle quali risulta che il cervello è risparmiato dagli effetti della malnutrizione rispetto ad altri organi. La stima di Cragg di una riduzione del 22 per cento nel peso del cervello nei ratti deprivati è confrontabile con precedenti ricerche di Brown che aveva accertato che il peso dei cervelli di bambini morti per malnutrizione era dal 10 al 17 per cento inferiore a quello dei cervelli di bambini periti per altre cause. Un esame delle cortecce visive di due gruppi di ratti rivelò che, pur avendo i diametri assonici la stessa densità, i terminali sinaptici erano ridotti del 17 per cento. Paradossalmente, Cragg scoprí che la densità dei neuroni era maggiore nei ratti deprivati rispetto a quelli ben nutriti. Questo risultato paradossale è stato però spiegato in seguito alla scoperta che il numero delle cellule gliali era ridotto, sicché, senza le cellule gliali, la separazione delle cellule nervose non era avvenuta normalmente. Tenendo presente tale mancata crescita, Cragg ha calcolato che le singole cellule nervose delle cortecce visive dei ratti denutriti avevano associati un numero di terminali sinaptici inferiore al 38 per cento rispetto al gruppo ben alimentato. Analogamente, un esame delle cortecce frontali nei due gruppi rivelò che cellule nervose isolate avevano il 41 per cento in meno di connessioni sinaptiche nei ratti deprivati.

A sostegno dell'ipotesi di Dobbing, secondo cui gli stadi di rapida crescita cerebrale rappresentano periodi critici nello sviluppo del cervello e delle sue funzioni, studi su ratti adulti malnutriti da piccoli e successivamente alimentati con una dieta nutriente dimostrano chiaramente: *a*) che i ratti adulti hanno dimensioni cerebrali permanentemente inferiori ai valori appropriati al peso corporeo; *b*) che la grossezza del cervello non è ridotta in modo uniforme: il cervelletto, il cui periodo di crescita accelerata è successivo a quello delle altre strutture, ha dimensioni piú ridotte del resto del cervello; *c*) che i cervelli hanno meno cellule (le cellule nervose a sviluppo piú tardo nel cervelletto sono in numero ridotto), ma il deficit piú importante si verifica nelle cellule gliali e nella mielinizzazione associata degli assoni delle cellule nervose.

Funzioni del cervello. Dato che la malnutrizione determina una riduzione permanente del potenziale cerebrale per la connettività sinaptica, ne risulta ovviamente la diminuzione del potenziale per le molte funzioni del cervello. Lo dimostrano i numerosi studi sulle prestazioni successive di bambini sottoposti a drastica malnutrizione nel corso dei primi due anni di vita. In una ricerca condotta in Messico mediante test di intelligenza verbali e esecutivi, Cravioto e De Licardie [1970] hanno confrontato le *performances* di bambini ospedalizzati per malnutrizione prima dell'età di due anni con quelle, relative alle stesse prove, dei loro fratelli e sorelle. Le età di entrambi i gruppi di bambini oscillavano tra cinque e dodici anni. Il quoziente intellettuale dei bambini ospedalizzati e successivamente guariti dalla malnutrizione risultò in media di tredici punti inferiore a quello dei loro fratelli e sorelle non ricoverati in ospedale. Un secondo e piú ampio studio condotto in Giamaica da Hertzig e collaboratori [1972] mise a confronto settantaquattro ragazzi, di età compresa tra sei e undici anni, che erano stati ospedalizzati durante i primi due anni di vita in seguito a malnutrizione e che poi si erano ripresi. Si esaminarono anche i fratelli di ognuno dei ragazzi malnutriti, insieme a un ragazzo della stessa età proveniente dalla medesima classe scolastica. I risultati dimostrarono che i bambini malnutriti avevano mediamente statura piú bassa, peso minore e teste piú piccole dei bamdini del gruppo di confronto. Ancor piú significativo il fatto che i bambini sottoalimentati si rivelarono tardivi da un punto di vista intellettuale ed educativo e, a conferma dell'indagine messicana, ottennero punteggi piú bassi nelle prove di intelligenza.

Non è chiaro in quale misura il periodo di ospedalizzazione abbia di per sé influenzato le differenze tra i gruppi posti a confronto in questi due studi, ma in ogni caso ciò non basterebbe a spiegare l'intero spettro di differenze tra i due gruppi. Comunque, è innegabile che una buona nutrizione nell'infanzia ponga le basi per la realizzazione del completo potenziale della struttura e della funzione del cervello.

Come afferma Tizard [1974]: «Il bambino ben alimentato non soltanto è piú

forte e gode di migliore salute, ma è anche piú attivo, piú curioso e piú intraprendente. Di conseguenza egli richiede, e probabilmente riceve, una maggiore stimolazione intellettuale e sociale dall'ambiente ed è quindi, in ogni stadio dello sviluppo, meglio preparato a utilizzare e creare opportunità di apprendere».

Forse il piú inquietante studio circa gli effetti della malnutrizione è quello di Cowley e Griesel. Questi due ricercatori somministrarono cibo insufficiente a una nidiata di ratti durante lo svezzamento, fornendo loro in seguito una dieta adeguata; esaminarono poi il comportamento dei ratti e quello delle due generazioni successive, nutrite in modo adeguato sia durante sia dopo lo svezzamento. In tutte le generazioni si riscontrarono carenze nel «comportamento intelligente» come pure nello sviluppo di schemi comportamentali. Queste influenze a lungo termine sulla prima e sulla seconda generazione vengono trasferite attraverso la variazione degli schemi d'interazione tra madri e progenie, la modificazione della capacità delle madri di nutrire adeguatamente i piccoli e anche di prendersi cura di loro in modo «normale». Tali esperimenti su animali forniscono un modello in forza del quale è possibile valutare la gravità degli effetti della malnutrizione umana. Cravioto e De Licardie, nella conclusione alla relazione sui bambini messicani scarsamente nutriti, affermano: «Ai livelli familiare e sociale il risultato ultimo... delle conseguenze della malnutrizione... produce un effetto "a spirale" da un punto di vista ecologico. Un basso grado di funzionamento adattativo, la mancanza di conoscenze moderne, i costumi sociali, il contagio o l'insufficienza ambientale di prodotti alimentari portano alla malnutrizione di un gran numero di sopravvissuti che agiscono in modi subottimali. Questi ultimi rischiano di essere vittime del loro povero ambiente socioeconomico, proprio perché sono meno in grado di realizzare i loro adattamenti sociali. In età adulta essi sceglieranno compagne con caratteristiche simili e tenderanno fatalmente a riprodurre una generazione di individui malnutriti».

Influenze ambientali: arricchimento o impoverimento ambientale. Una questione sollevata in precedenza a proposito delle influenze della malnutrizione sulla struttura e sulla funzione del cervello è quella del peso da assegnare a un periodo di ospedalizzazione nel deficit di *performance* riscontrato nella malnutrizione. Ovviamente, un periodo di separazione da genitori e familiari può avere profonde conseguenze emotive e al tempo stesso ridurre le occasioni d'interazione con gli stimoli ambientali. Qui non ci si occuperà tuttavia delle influenze psicologiche dell'ospedalizzazione in sé, ma si cercherà piuttosto di rispondere alla domanda seguente: è probabile che simili episodi possano influenzare la struttura del cervello? Inoltre, per ovvie ragioni, l'indagine sperimentale diretta sugli esseri umani non è realizzabile e quindi la massa delle informazioni deve provenire da sperimentazioni su animali. La prima ha a che fare con gli effetti benefici della stimolazione durante l'infanzia. Seymour Levine e collaboratori, in uno studio delle conseguenze di una sollecitazione blanda come la manipolazione nel periodo di svezzamento postnatale, scoprirono che, rispetto a ratti non manipolati, la sequenza di sviluppo dei ratti manipolati era accelerata, e che, raggiunto lo stato adulto, essi avevano masse cerebrali e corporee piú pesanti. Per

di piú, da adulti, i ratti manipolati esibivano un comportamento meno pavido e si dimostravano migliori allievi che non gli altri. Le conseguenze dell'esperienza precoce sul cervello e sul comportamento si registravano soltanto nel caso si verificassero durante i primi tredici giorni a partire dalla nascita.

Vi è un gran numero di esperimenti condotti su animali dai quali si ricava che l'esperienza precoce arricchita esercita un influsso benefico sulle *performances* dell'età adulta. Per esempio, i Forgay allevarono nel 1962 dei ratti in un ambiente stimolante provvisto di oggetti e giocattoli interessanti, ovvero in gabbie vuote. Pervenuti alla maturità, i ratti allevati nell'ambiente stimolante rivelarono *performances* superiori nei test d'«intelligenza dei ratti». L'aspetto interessante di questo studio è che gli influssi benefici dell'esperienza arricchita si registrarono durante i primi tre mesi dopo la nascita. Il fatto che una simile esperienza ambientale arricchita si traduca in variazioni nella struttura del cervello e in *performances* migliori è stato accertato da Rosenweig, in una serie di esperimenti avviati nel 1962. Rosenweig scoprí che un periodo di un'ora al giorno di esperienze in un ambiente arricchito determina nel ratto un incremento degli enzimi associati alla trasmissione sinaptica ed anche un aumento dello spessore di certe parti della corteccia cerebrale.

Un secondo gruppo di dati si riferisce agli effetti di una grave privazione sulla struttura e sulla funzione del cervello. Ratti allevati al buio hanno un minor numero di spine dendritiche e una minor quantità di connessioni sinaptiche nella corteccia visiva, il che lascia presumere una ridotta connettività sinaptica nel cervello. Che queste modificazioni possano avere conseguenze sia funzionali sia strutturali è stato dimostrato dal lavoro di Hubel e Wiesel, i quali hanno condotto studi elettrofisiologici sulla corteccia in sviluppo di gattini. La deprivazione monoculare ha l'effetto permanente di abolire le connessioni dall'occhio occluso con i neuroni corticali. Il risultato della deprivazione è la perdita delle tipiche connessioni binoculari con conseguente struttura corticale e animale attivo non piú in grado di elaborare l'informazione binoculare necessaria per una piena visione stereoscopica. Di piú, esiste un periodo critico per l'efficace sviluppo di tali connessioni binoculari: Hubel e Wiesel scoprirono che la deprivazione era efficace nel periodo compreso fra tre settimane e tre mesi dalla nascita.

Per tornare al problema originario: un periodo di ospedalizzazione produce cambiamenti nella struttura cerebrale dell'infante umano? Ovviamente tutta questa varietà di informazioni è venuta alla luce in quanto mancano studi diretti su esseri umani, mentre d'altra parte le ricerche su animali non possono in alcun modo essere immediatamente analoghe alla situazione umana. Tuttavia, a voler riassumere quanto si ricava dagli studi condotti su animali, le implicazioni sono evidenti: *a*) vi sono dei periodi critici nello sviluppo dei mammiferi in cui l'esperienza ambientale arricchita può ottimizzare lo sviluppo e il successivo potenziale per le funzioni cerebrali; *b*) vi sono dei periodi critici nello sviluppo in cui una stimolazione ambientale limitata può condurre al non-conseguimento della completa struttura e funzione del cervello, che si rifletterà nelle prestazioni comportamentali dell'adulto. È probabile che tali periodi critici siano legati ai periodi durante i quali le strutture cerebrali, ossia i sistemi neuronici associati e la con-

nettività sinaptica all'interno del cervello, vanno sviluppandosi e raggiungendo la forma adulta.

Il quadro d'insieme ricavato dagli studi sugli animali deve tuttavia essere reso piú complesso, tenendo conto del possibile manifestarsi di effetti transgenerazionali del tipo discusso per le influenze della malnutrizione. Gli effetti transgenerazionali non si tramandano con sistemi genetici ma per il fatto che genitori deprivati assicurano un ambiente subottimale ai loro figli, che a loro volta perpetueranno la situazione a causa delle condizioni ambientali fornite alla progenie.

Da quanto precede risulta che non è possibile scindere probabili conseguenze di condizioni ambientali subottimali dalla disamina sulla malnutrizione, in quanto entrambe le condizioni sono prevalenti per la maggior parte dei bambini del mondo in determinati periodi della loro infanzia e operano di concerto nel mantenere una grossa percentuale della popolazione terrestre in stato d'incapacità di sviluppare completamente le potenzialità di struttura e funzione del cervello. Non bisogna però aspettarsi la soluzione del problema dalla neurobiologia: bisogna cominciare col riconoscere che questo status quo si conserva nell'interesse del mondo industrializzato e in particolare delle sue classi dominanti: la privazione di molti serve a proteggere l'attuale sistema classista e l'elevato benessere materiale di pochi.

5.2. Aspetti della *performance* del cervello.

Nei paragrafi precedenti si è parlato di esperimenti nei quali test comportamentali standard sono applicati a ratti sottoposti a vari trattamenti durante lo svezzamento. Sulla scorta di questi esperimenti si è giunti alla conclusione che un gruppo di ratti era piú «intelligente» dell'altro, ovvero che i ratti del primo gruppo avevano conseguito un punteggio «migliore» in termini per esempio di errori compiuti nell'apprendimento di un labirinto. In questi esperimenti si è fatta molta attenzione per garantire che le condizioni di allevamento e l'esperienza precedente dei ratti fossero pari, in quanto qualunque diversità in questi campi avrebbe influenzato i punteggi dei test e invalidato i risultati. Per illustrare la sensibilità delle prove d'intelligenza animale alle interazioni ambientali è stato effettuato un esperimento consistente nell'affidare ad alcuni studenti due gruppi di ratti, presentati il primo come costituito da un ceppo «tardo» e il secondo da un ceppo «sveglio». Gli studenti furono incaricati di addestrare i due gruppi di ratti a percorrere un labirinto, compito analogo alle prove discusse in precedenza. Com'era prevedibile, si scoprí che il gruppo intelligente di ratti apprendeva piú rapidamente del gruppo lento: soltanto dopo aver completato l'esperimento si chiarí che i ratti erano tutti compagni di nidiata provenienti da ceppi identici e che le differenze reali riscontrate erano determinate dalle loro aspettative sulle capacità dei ratti.

Altri esperimenti esemplificativi delle difficoltà incontrate nel saggiare l'«intelligenza» animale sono quelli in cui si allevano selettivamente ceppi di ratti vivaci e tardi. In uno di questi esperimenti furono scelti uniformemente dei ratti

in base alle prestazioni buone o cattive in un test di comportamento implicante l'apprendimento di un labirinto. Gli esecutori bravi e quelli incapaci furono quindi segregati e da ognuno dei gruppi si produsse un certo numero di generazioni, scegliendo da ogni generazione per la procreazione soltanto gli esecutori migliori nel gruppo «intelligente» e quelli peggiori nel gruppo scadente. Al termine del programma riproduttivo si mise alla prova l'ultima generazione e – come prevedibile – si rilevò che il gruppo «bravo» si comportava meglio dell'altro nel test operativo. Ma la scoperta significativa fu che, valutata su prove diverse di intelligenza, la «generazione» buona non garantiva prestazioni valide. In realtà non si ebbe alcuna correlazione tra l'insieme dei membri dei ceppi di ratti tardi o svegli e le *performances* nelle prove alternative.

Si sono discussi i risultati sperimentali che sottolineano le difficoltà d'interpretazione delle differenze nei punteggi dei test di animali allevati e sperimentati in condizioni controllate di laboratorio per esemplificare gli ostacoli in cui ci s'imbatte in misura molto maggiore quando si tenta di valutare le *performances* del cervello umano.

Un grosso problema dell'approccio psicometrico alla funzione cerebrale è che, nonostante piú di settant'anni di indagine e teorizzazione, non si è ancora trovata alcuna base teorica o fisiologica per l'intelligenza o per il quoziente intellettivo. Questo insuccesso sta probabilmente ad indicare che le diverse abilità incluse nel concetto di intelligenza sono legate piuttosto a un'ampia varietà di strutture e funzioni del cervello, soggette a un processo evolutivo nel quale le interazioni con le influenze ambientali sono importanti, che non a un unico aspetto della «bontà» del cervello. Una conseguenza della impossibilità di fondare una definizione dell'intelligenza è che i metodi di misurazione continuano a essere elaborati su una base pragmatica e standardizzati in modo da riflettere le norme dei gruppi socioeconomici piú fortunati nell'ambito della nostra società. Un test viene accettato solo se rispecchia le regole del gruppo dominante in funzione del quale è elaborato.

Non sorprende dunque che i gruppi socioeconomici subalterni in una data società ottengano punteggi inferiori, in media, nei test di intelligenza rispetto ai membri dei gruppi socioeconomici piú elevati e che i negri americani, presenti in percentuale particolarmente elevata proprio nei gruppi socioeconomici piú umili, totalizzino in media punteggi inferiori a quelli dei bianchi.

Una spiegazione a prima vista decisiva è quella per cui l'intelligenza o il quoziente intellettuale sarebbero in gran parte determinati geneticamente e i gruppi socioeconomici subalterni – negri compresi – sarebbero geneticamente inferiori in termini di struttura cerebrale. Risulterebbero cosí giustificati la loro posizione sociale e i loro bassi quozienti intellettuali, come dovevasi dimostrare.

I dati sulla determinazione genetica del quoziente intellettuale provengono principalmente da studi sul grado di somiglianza dei punteggi di individui affini. Generalmente si riscontra che quanto piú gli individui sono imparentati in linea genetica, tanto piú sono raffrontabili i relativi quozienti intellettuali. Fratelli e sorelle della stessa famiglia realizzano in media punteggi piú vicini che non individui non imparentati tra loro; i quozienti intellettuali di gemelli biovulari sono

piú vicini di quelli di fratelli e sorelle non gemelli e i quozienti intellettuali di gemelli monovulari piú di quelli di gemelli biovulari. Gemelli identici allevati separatamente presentano quozienti intellettuali analoghi. Da questi confronti, servendosi di raffinate tecniche matematiche e di modelli ricavati dagli studi sull'allevamento delle piante e degli animali, si può concludere che la variabilità tra individui è per l'80 per cento circa ereditata e per il 20 per cento influenzata dai cambiamenti ambientali.

In anni recenti, negli scritti degli psicologi americani e britannici – in particolare Eysenck in Gran Bretagna e Herrnstein e Jensen negli Stati Uniti – è prevalso, circa la determinazione genetica delle differenze razziali, un argomento fondamentalmente simile a quelli in voga nella Germania nazista degli anni '30. Il ragionamento è il seguente: le prove d'intelligenza palesano differenze relativamente grandi nei quozienti intellettuali medi di gruppi socioeconomici nelle società americana e britannica; l'intelligenza è largamente ereditaria; le differenze di quoziente intellettuale tra i gruppi sono quindi dovute a diversità genetiche nelle strutture e funzioni cerebrali, in quanto troppo ampie per essere spiegate in base a influenze ambientali. L'importanza pratica di questi punti di vista consiste nel fatto che hanno condotto a proporre incentivi pecuniari per la sterilizzazione degli individui con bassi quozienti intellettuali, e fornito un argomento per mantenere la segregazione nelle scuole di certi stati del Sud e per spiegare perché un'elevata percentuale di bambini immigrati negri nelle scuole di Londra sono classificati subnormali sulla base del quoziente intellettuale. L'intero ragionamento è superficiale e basta la conoscenza dei termini del dibattito in corso all'interno della neurologia per criticarlo radicalmente. Non resta altro che una posizione ideologica, radicata certo nella struttura classista della società britannica e americana, che si scopre a volte come decisamente oppressiva e razzista. Un certo numero di questioni relative all'assunto che un attributo del comportamento umano cui si dà il nome d'intelligenza sia misurabile in termini di quoziente intellettuale è stato già discusso a proposito della sperimentazione sull'intelligenza degli animali.

La dipendenza del quoziente intellettuale dalle condizioni di esame, dagli sperimentatori e dalle loro anticipazioni, dalle culture e dallo status socioeconomico, è ben documentata. Ad esempio i negri possono ottenere punteggi piú elevati quando vengono esaminati da negri piuttosto che da bianchi; il quoziente intellettuale di negri trasferitisi dagli stati del Sud a quelli del Nord sono positivamente correlati al periodo di tempo trascorso negli stati settentrionali.

L'estensione alle differenze tra popolazioni del rapporto 80-20 per cento assegnato ai fattori genetici e ambientali nel caso di singoli individui è per piú versi erronea. Ad esempio, per effettuare i confronti genetici che portano alla suddetta percentuale è necessario restringere la discussione alla genetica di una singola popolazione contenente un pool comune di geni. Ma in questo modo si fornisce soltanto una stima della variazione genetica *entro quella popolazione*, e non si dice nulla sulla variazione genetica in un'altra popolazione caratterizzata da un pool di geni diversi e non liberamente mescolantisi. Potrebbe anche darsi che il 100 per cento della variazione all'interno di popolazioni di bianchi e negri

sia geneticamente determinato, senza che sia possibile dire nulla sull'ereditarietà della differenza tra popolazioni, che potrebbero essere completamente ambientale. Onde vagliare l'ipotesi circa i quozienti intellettuali di negri e bianchi sarebbe necessario che essi costituissero una popolazione capace d'incrociarsi liberamente. Maggiori sono le limitazioni alla capacità d'incrocio, meno significativi possono essere i confronti genetici.

Inoltre, il fondamento dei confronti per determinare il rapporto genetico-ambientale è una misura, definita ereditarietà, che implica l'applicazione di modelli e quantità derivate nel contesto dell'allevamento di piante e animali. L'applicazione di queste procedure modello introduce un'eccessiva semplificazione nella natura delle interazioni tra processo genetico e processo ambientale e la loro interpretazione richiede l'ipotesi che non si verifichino cambiamenti nelle condizioni ambientali: ad esempio, se varia lo spettro di condizioni ambientali di una popolazione, muta anche la stima di ereditarietà. Per questi e altri motivi si dimostra che è praticamente impossibile ottenere valutazioni attendibili del peso relativo degli influssi ambientali e genetici sul quoziente intellettuale di bianchi e negri, di membri della classe media o di quella operaia.

Certi psicologi ritengono addirittura che l'intelligenza nazionale vada declinando poiché l'intelligenza è ereditaria e il proletariato ha piú figli della classe media e presenta quozienti intellettuali inferiori. Senza discutere nuovamente questa posizione, i dati sperimentali indicano esattamente la tendenza opposta, ovvero l'aumento medio in atto dell'intelligenza nazionale in Gran Bretagna. Ma quella di un incremento dell'intelligenza è proprio la previsione che si sarebbe potuta fare sulla base del miglioramento dell'ambiente in termini di dieta, salute e standard educativi per il periodo in cui si sono applicati i test. In questo contesto notevoli sono stati gli studi su gruppi di undicenni in Aberdeen per il periodo 1932-47.

La considerazione finale da fare a proposito del peso relativo delle influenze genetiche ed ambientali sul funzionamento del cervello è che tutta la discussione parte da problemi che da un punto di vista scientifico sono senza risposta e quindi privi di significato. Chiedersi in che misura le differenze razziali o di classe sociale nelle valutazioni del funzionamento del cervello siano geneticamente determinate significa già in un certo senso avere pregiudicato la risposta. Che senso ha allora porre la questione? È difficile sfuggire alla conclusione che la ripresa di un dibattito che risale agli anni '30 non sia altro che lo sfruttamento di una pseudoscienza a fini politici. [G. E. e S. R.].

Blakemore, C.
1973 *The Baffled Brain*, in R. L. Gregory ed E. H. Gombrich (a cura di), *Illusion in Nature and Art*, Duckworth, London.

Blakemore, C., e Cooper, G. F.
1970 *Development of the brain depends on the visual environment*, in «Nature», CCXXVIII, pp. 477-78.

Bruner, J. S.; Goodnow, J. J.; e Austin, G. A.
1956 *A Study of Thinking*, Wiley, New York (trad. it. Armando, Roma 1974).

Cragg, B. G.
1972 *The development of cortical synapses during starvation in the rat*, in «Brain», XCV, pp. 143-50.

Cravioto, J., e De Licardie, E. R.
1970 *Mental performance in school age children: findings after recovery from early severe malnutrition*, in «American Journal of Diseases of Children», CXX, pp. 404-10.

Delgado, J. M. R.
1969 *Physical Control of the Mind*, Harper and Row, New York.

Dobbing, J.
1968 *Vulnerable periods in developing brain*, in A. N. Davison e J. Dobbing (a cura di), *Applied Neurochemistry*, Blackwell, Oxford, pp. 287-316.

Ellison, G. D., e Flynn, J. P.
1968 *Organized aggressive behaviour in cats after surgical isolation of the hypothalamus*, in «Archivio Italiano di Biologia», 106, pp. 1-20.

Hertzig, M. F.; Birch, H. G.; Richardson, S. A.; e Tizard, J.
1972 *Intellectual levels of school children severely malnourished during the first two years of life*, in «Pediatrics», XLIX, pp. 814-24.

Lashley, K. S.
1963 *Brain Mechanisms and Intelligence. A Quantitative Study of Injuries to the Brain*, Dover, New York.

Lindsay, P. H., e Norman, D. A.
1972 *Human Information Processing*, Academic Press, New York.

Mark, V. H., e Ervin, E. P.
1970 *Violence and the Brain*, Harper and Row, New York.

Open University
1972 *Biological Bases of Behaviour*, Open University Press, Milton Keynes.
1974 *Introduction to the Nervous System*, Open University Press, Milton Keynes.
1975 *Biology Second Level Broadcast Notes*, Open University Press, Milton Keynes.

Piaget, J.
1923 *Le langage et la pensée chez l'enfant*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.

Rose, S. P. R.
1973 *The Conscious Brain*, Weidenfeld and Nicholson, London (trad. it. Mondadori, Milano 1975).

Shepherd, G. M.
1974 *The Synaptic Organization of the Brain*, Oxford University Press, London.

Sperry, R. W.
1973 *Hemisphere Disconnection in Man*, in F. O. Schmitt e F. G. Worden (a cura di), *The Neurosciences. A Third Study Program*, The Mit Press, Cambridge Mass.

Tizard, J.
1974 *Early malnutrition, growth and mental development in man*, in «British Medical Bulletin», XXX, n. 2, pp. 169-74.

Valenstein, E. S.
1973 *Brain Control*, Wiley, New York.

Warrington, E., e Weiskrantz, L.
1968 *New method of testing long-term retention with special reference to amnesic patients*, in «Nature», CCXVII, pp. 972-74.

Centro della **vita** somatica e di relazione, il cervello svolge una continua opera di **regolazione**, controllo (cfr. **controllo/retroazione**) e coordinamento delle diverse attività dell'**organismo**, mediandone i rapporti con l'**ambiente**. Le unità funzionali fondamentali del cervello sono le cellule nervose (cfr. **cellula**), capaci di raccogliere e

trasmettere gli stimoli sensoriali (cfr. **percezione**) e di elaborare le risposte motorie volontarie, assicurando, con le loro connessioni sinaptiche, la **comunicazione** tra le varie regioni cerebrali e il corpo, consentendo la **rappresentazione** del mondo esterno e rendendo possibile la persistente complementarità di **analisi/sintesi**. Lo sviluppo (cfr. **sviluppo/morfogenesi**) della struttura cerebrale a partire dalla cellula-uovo fecondata in base al processo di **differenziamento** si accompagna ad un graduale controllo del **comportamento**, come esemplificano in particolare l'acquisizione del **linguaggio** e le funzioni motivazionali ed emozionali (cfr. **emozione/motivazione**) del cervello. Caratteristica basilare del cervello, i cui rapporti con **mente** e coscienza vanno visti in chiave unitaria, è la capacità permanente di modificarsi per dare luogo a un'**interazione** piú appropriata o adattativa (cfr. **adattamento**) con l'ambiente. Questa plasticità si manifesta nel processo di **apprendimento**, attraverso paradigmi quali il **condizionamento** classico e quello strumentale, e si evidenzia nell'influsso di fenomeni sociali come la malnutrizione (cfr. **fame**) o l'**educazione**. In questo contesto si deve inserire la controversia sull'importanza relativa dei fattori genetici (cfr. **gene** e **eredità**) e di quelli ambientali nella determinazione delle differenze riscontrate nel **quoziente intellettuale** di **razze** e gruppi socioeconomici diversi (cfr. **società**).

Comportamento e condizionamento

Lo studio del comportamento è interessante sotto un duplice aspetto. Per opinione corrente piú che per definizione (e dunque piú per abitudine di pensiero che per ragionamento), l'attribuzione di un comportamento a un essere sembra riferirsi a una realtà superficiale per questo stesso essere. Con ciò si riconosce (almeno implicitamente) la presenza sotto questa superficie comportamentale di una motivazione che coordina le differenti manifestazioni del comportamento e le iscrive in uno schema di consistenza. Il procedimento oggettivo fa suo un approccio di tal genere al fenomeno, chiedendosi quale realtà piú profonda determini questa consistenza, quale, insomma, ne sia la causa. Le spiegazioni causali del comportamento (vale a dire l'esposizione delle sue condizioni) sono molteplici e provengono da discipline diverse. Sarebbe possibile (ma insieme fastidioso) farne un elenco dettagliato, ma si possono almeno citare in disordine ed in via esemplificativa psicologia, etologia, psichiatria, psicanalisi, genetica, criminologia, polemologia, fisiologia, neurofisiologia, cibernetica, informatica, biofisica, teoria dei sistemi, biologia molecolare, biosociologia, sessuologia, ecc. Si è allora in diritto di porsi il problema dell'unità di questo campo che sembra definito in modo ambiguo. Ma con ciò stesso il comportamento diventa un oggetto per l'epistemologo, che può studiare questa zona d'oggettività, cercarne l'unità ed evidenziarne la stabilità, la struttura e la genesi concettuale.

Porre l'unità di questo campo è già un modo di pregiudicare la risposta e pretendere di poter evidenziare – al di là dei molteplici punti di vista sul fenomeno – la causa univoca di ogni comportamento. È dunque un modo di dichiarare – a priori e metodicamente – che il comportamento è modellizzabile. In tal caso quest'ultimo è inteso come una semplice rappresentazione (un simulacro) della sua causa, della sua condizione. Da modellizzabile, il comportamento diventa una realtà modellabile dall'esterno: condizionabile, e dunque utilizzabile.

Si può tentare di definire un comportamento-modello cosí da permettere di trasformare una collezione di cose in una classe d'oggetti, vale a dire d'elementi il cui comportamento-modello sarà il fine immediato. Si passa in tal modo dallo studio oggettivo del comportamento allo studio del comportamento d'oggettività. L'epistemologia prende in esame questo reale che si pretende univoco e rende al procedimento oggettivo il suo potenziale d'equivocità riproponendo nel suo interno il problema ontologico.

Da un punto di vista ingenuo, un essere *si* comporta, non è comportato. Da un punto di vista oggettivo, invece, se un essere si comporta, ciò avviene perché esso è «comportabile», vale a dire condizionabile.

Studiare il comportamento come manifestazione dell'essere, e dunque estenderlo nello spazio delle sue possibilità, significa includerlo in un percorso ontologico di determinazione, in un «passaggio» dalla manifestazione d'una esistenza all'affermazione di questa manifestazione, e da questa affermazione alla

sua conferma. È questa la ragione per cui la nozione di comportamento si studierà qui sotto tre rapporti: 1) in relazione alla nozione di forma, vale a dire il limite del comportamento; 2) in relazione alla nozione di atto, vale a dire il senso del comportamento; 3) in relazione alla nozione d'idea, vale a dire il valore del comportamento: forma, atto ed idea compresi come causa; limite, senso e valore compresi come fine. Si prenderà dunque in esame il comportamento nella prospettiva gnoseologica, nella prospettiva etica e nella prospettiva estetica. E ciò comporterà tre problemi: quello della stabilità del comportamento, quello della sua struttura, e infine quello della sua genesi.

1. *La stabilità del comportamento.*

1.1. Universalità del comportamento.

Il fenomenico e l'epifenomenico. È necessario indicare immediatamente che il comportamento non costituisce una proprietà specifica d'una regione dell'essere. Vi è comportamento a ogni scala del fenomeno. Si può definire il comportamento come ciò attraverso cui il fenomeno appare. Esso manifesta una cosa nella sua presenza oggettiva. Il comportamento determina uno spazio che avvolge la cosa, uno spazio propriamente epifenomenico. Lo spazio del comportamento si situa al di là del contorno d'una cosa qualsiasi come il luogo di manifestazione della sua unità. Esso svela la cosa come forma.

Il comportamento è dunque piú un epifenomeno che un fenomeno. Esso sembra realizzare la differenza attraverso la quale l'io s'informa della cosa. Il comportamento sarebbe allora la traccia della forma. Esso sarebbe la rivelazione estetica dell'oggetto – la sua manifestazione spaziale e temporale –, nel caso che questa rivelazione sia una proiezione come anche nel caso che sia una riflessione. Inteso come traccia spazio-temporale, il comportamento è allora messo immediatamente in interazione con la memoria. Il comportamento è dunque un aspetto del problema della stabilità dell'essere. Meglio ancora: il comportamento è l'aspetto dell'essere attraverso il quale quest'ultimo appare immediatamente come problema, vale a dire come ente. Esso è la manifestazione dell'essere come problema. Il comportamento opera appunto in questa distanza necessaria tra una regione dell'essere e il suo limite comportamentale.

Di fatto, la natura del comportamento si rivela immediatamente ambigua. Essa è sia ciò che manifesta la forma sia quello attraverso cui la forma sembra manifestarsi. Il comportamento, dunque, appare insieme fenomenico ed epifenomenico. Esso rivela (proietta o riflette) degli insiemi di deformazioni attraverso i quali la forma appare. Ogni comportamento può essere considerato come momento di una serie di deformazioni cicliche con passaggi periodici attraverso lo stesso stato. In questo senso la forma è la riunione di questi stati stabili e ogni comportamento manifesta lo stato interiore attuale della forma. Non si tratta dunque di deformazioni in senso esatto, poiché in questi processi la forma globale resta costante e gioca come attrattore, per le differenti figure

di regolazione che la compongono. Il termine 'deformazione' acquista il suo significato pieno allorquando lo si situa nel rapporto osservatore/osservato all'interno del quale agiscono le serie d'instabilità e di stabilità che permetteranno la costruzione di una figura morfologicamente stabile dell'oggetto. Ciò vuol dire che la forma, nella reciprocità delle sue parti, resta costante malgrado alcune fluttuazioni locali.

Il potenziale e il privativo. Si pone allora il problema di sapere se vi possono essere delle trasformazioni della forma: in altri termini, se le deformazioni possono essere delle informazioni per la forma (il che equivale a chiedersi se vi sono delle frange di libertà che definiscono la forma), se insomma il suo stato attuale è deducibile dai suoi stati passati e se il suo stato potenziale è riducibile alla combinatoria dei suoi stati interni.

Si è qui cercato di rendere il lettore sensibile al fatto che una cosa senza comportamento non potrebbe apparire. Ma allora si pone immediatamente una domanda: questa cosa incomincia ad apparire e dunque a comportarsi nell'insieme dei possibili? Va però immediatamente notato che l'insieme dei possibili non è che l'insieme dei possibili del soggetto che scopre la cosa, insieme considerato a priori come l'universale. Considerato dal punto di vista del polo soggettivo, ogni comportamento esterno è una privazione.

L'approccio oggettivo si fonda su questo accertamento globale di esistenza del soggetto in rapporto al quale ogni movimento esterno sarà una privazione. Ma il soggetto non è che un polo ed esso è immediatamente in interazione con un polo oggettivo. Il giudizio di privazione si volge contro il soggetto all'interno dell'operazione d'osservazione. Il soggetto diventa osservatore abbandonando la sua pretesa a definire i suoi possibili come un assoluto. L'osservazione si effettua allora per mezzo di una riduzione dei possibili del soggetto e una produzione dei possibili dell'oggetto. Il soggetto in quanto osservatore – e dunque aperto verso la sua esteriorità – è costretto a lasciare all'essere osservato una base minima d'indipendenza, d'indeterminismo: esso non è totalmente determinato e i rapporti fra i suoi termini non sono univoci.

Il gioco del sapere che opera tra questi due poli è preso in una doppia relazione d'indeterminazione e di surdeterminazione. È necessario porre l'osservato in una zona d'indeterminazione in rapporto alle sue circostanze, e dunque d'intenderlo come una surdeterminazione del reale che lo avvolge. D'altro canto, colui che osserva deve attribuire alla sua conoscenza questo limite nella descrizione dell'osservato che consiste nell'indeterminazione costitutiva che egli attribuisce all'osservato. Il comportamento dell'oggetto è in tal modo una privazione per il soggetto. Riconoscendogli un'autonomia, vale a dire una libertà fondatrice, il soggetto gli lascia la possibilità d'immaginare l'assoluto (vale a dire d'esserne l'immagine). Esso gli conferisce dunque un valore d'uguaglianza. Ma in tal caso la constatazione stessa della sua esistenza minaccia immediatamente lo status universale del campo dei possibili dell'io. I ruoli si capovolgono, l'oggetto coglie l'io come produzione dell'insieme dei suoi comportamenti. L'io è prigioniero del suo procedimento oggettivo.

Il rapporto di conoscenza instaurato diventa una partita a due che si deve intendere come una serie di strategie in cui ciascuno dei due termini opposti minaccia d'imprigionare l'altro e di negarne l'integrità. Si tratta di sapere se il polo oggettivo che orienta il processo, e dunque lo spirito, in tal caso, è un'impressione, oppure è il polo soggettivo che lo fonda e dunque la materia è un'espressione? Il comportamento e la memoria permettono di considerare l'eventualità di una risposta possibile.

La reciprocità dell'io e del mondo. Per il momento è sufficiente rendersi conto che ogni posizione non strettamente determinista minaccia l'autonomia della coscienza e critica la dicotomia osservatore/soggetto. Dal momento in cui si abbandona il determinismo assoluto, l'oggetto d'un colpo mi «parla», si anima. Ci capiamo perché parliamo lo stesso linguaggio; comunichiamo sullo stesso fondo, sullo stesso implicito. Rinasce, in tal modo, quel che potremmo chiamare il fantasma di Pitagora.

Dal momento in cui traccio un bordo, una frontiera, una delimitazione mi affermo come esistente, e per ciò stesso nego l'autonomia del resto per poterlo trasformare in io.

Il soggetto, per riconoscersi come tale, deve vivere la colpevolezza della sua identità affermata, la colpevolezza della posizione di differenza attraverso la quale la cosa scompare come trasformazione possibile: l'io s'informa della forma della cosa, l'oggetto diventa consumabile, esso non è che la somma delle sue proprietà elementari. Ma nella storia di questo processo d'osservazione la psicanalisi segna il momento in cui lo specchio si capovolge: colui che osserva è determinato in una situazione d'osservato. Egli si sa osservato e deve accettarsi come cosa, come consumabile; egli è chiuso nello spazio delle sue determinazioni comportamentali, per cui non v'è piú distanza fra la sua memoria e i suoi limiti. Cosí rinchiuso, egli assume la solitudine del suo io e corre il rischio della sua autoconsumazione. Allora può rivivere i suoi comportamenti dall'interno, vale a dire ritrovarli nella loro attualità originaria, nell'atto condizionante. È dunque dall'interno della cosa – e in conseguenza assumendosi come cosa – che il soggetto ritroverà la sua integrità, la sua unità. È andando fino alla fonte della sua forma che il soggetto potrà risorgere vivo fra le cose morte (i suoi comportamenti nevrotici): l'io si ritrova per mezzo dell'altro riformato.

L'io, se è uno ed unico, non può avere comportamento. L'essere solo è uno, senza cambiamento; esso è immobile e si spiega nello spazio delle sue possibilità che non è altro che *se stesso*. Egli non può uscire da sé, ma questo, lungi dall'essere una privazione, significa che esso non è determinabile dall'esterno. Parmenide ha chiaramente posto il problema; l'essere uno è costantemente identico a sé. Egli è sé assolutamente: è immobile. Niente esiste al di fuori di lui. L'io scompare nel sé: non è altro che memoria. Solo l'omogeneo è.

Il comportamento è dunque il segno della differenza. Piú esattamente esso segnala la differenza dell'io. Ma questa differenza è costitutiva dell'io? L'io non è che il risultato d'un passaggio all'estremo (il prolungamento di una differenza per quanto piccola essa sia) in cui il segnale della differenza si riduce a un gioco di differenze tra significanti? A partire da questo, niente impedirebbe all'io di tuffarsi nel fiume d'Eraclito in cui ogni forma non è che la manifestazione di comportamenti. L'io scompare nell'altro: esso non è che comportamento. L'eterogeneo è dappertutto.

In tutt'e due i casi, l'atto di conoscenza è impossibile: nel primo, è rigorosamente tautologico e gira a vuoto; nel secondo, è senza fondamento e crolla. L'atto di conoscenza è infatti mediazione: esso è insieme comportamento e memoria. Ogni atto di conoscenza s'iscrive fra le due posizioni limite di Parmenide e di Eraclito. L'io si costruisce in un mondo di ripetizione e di variazione. Vivere è scoprire (o, come si vedrà, costruire) delle identità, sotto la diversità fenomenica; vivere è capire ogni realtà sia come memoria sia come comportamento. Essere viventi significa essere immersi in un mondo di comportamenti e di memorie condivise. L'eterogeneità del vissuto si nutre dell'omogeneità del vivente. Vivere significa scoprire delle reciprocità.

La dipendenza dell'io nei confronti degli altri appare infatti nel comportamento di solitudine: chiuso nei miei limiti, io vivo l'inferno, non il paradiso (etimologicamente questa parola designa il luogo perfettamente chiuso e per ciò stesso luogo di beatitudine). In un mondo chiuso in tal modo, i comportamenti si cancellano come significanti e non sono piú che i significati della memoria: io non sono piú che memoria; io sono un essere passato, un essere passivo. Ogni movimento m'è impresso dall'esterno. I miei comportamenti sono il riflesso di una pura esteriorità: sono totalmente condizionato.

1.2. Il comportamento come relazione.

Si è visto prima in qual modo sia possibile comprendere il comportamento come la manifestazione di una forma. Ma la nozione di forma, in se stessa, è troppo ricca. È necessario metterne in luce tre aspetti concettuali:

I) L'*essere formato*, vale a dire la forma nelle sue condizioni di stabilità. L'essere formato è l'essere posto nella sua esistenza. La forma è allora compresa come sistema, ossia come un insieme d'elementi in interazione che delimitano un campo di possibili per ciascuno di essi. È dunque ciò che consente che il sistema sia possibile nella sua stessa manifestazione: è la sua unità.

II) L'*informazione*, vale a dire la rappresentazione possibile della struttura del sistema. S'intende qui per struttura l'insieme delle costrizioni a cui sono sottoposti gli elementi nel formare il sistema come un'unità. L'informazione data dai vincoli determina il campo di possibilità del sistema: essa determina l'insieme degli stati interni che la compongono. L'informazione è l'essere posto nella sua consistenza. Per informazione si deve dunque intendere memoria nel senso di programma e comportamento come meccanismo. L'informazione è ciò che permette di rappresentare il funzionamento del sistema.

III) La *trasformazione*, vale a dire la dinamica di distruzione/costruzione di ogni essere formato e di ogni informazione. La trasformazione è la *genesi* del sistema per mezzo di leggi di stabilizzazione, ma può essere anzitutto la rottura strutturale di un sistema, una trasgressione di questa struttura e la creazione di

una nuova informazione. Al di là del sistema e della sua struttura, si tratta qui della sua organizzazione. Ma per organizzazione si debbono intendere due cose: 1) lo stato d'organizzazione, cioè l'essere formato e la sua informazione: si tratta di un oggetto statico ed integrato ma rappresentabile e condizionabile, in una parola programmabile (tutto quello che può essere inteso come macchina organizzata). La sua presenza non è che la manifestazione del suo passato: non è che memoria. È l'essere organizzato; 2) l'atto d'organizzazione, cioè la dinamica integrativa della forma. Si tratta di un'azione d'organizzazione che è manifestata attraverso le interazioni fra elementi. Si tratta d'una potenzialità d'informazione. È la forma considerata nella sua durata costitutiva. È l'essere come insistenza. Con ciò si deve intendere che la sua presenza non è totalmente deducibile (rappresentabile) a partire dal suo passato. Si deve tener conto d'una indeterminazione nella sua memoria e dunque d'un'azione volontaria nei suoi comportamenti, insomma di una surdeterminazione possibile della sua struttura: una trasgressione possibile dei suoi limiti strutturali. È l'essere organizzante.

L'organizzazione e l'auto-organizzazione vanno separate logicamente. Se l'informazione è necessaria a ogni trasformazione, tutto il problema sta nel sapere se la trasformazione è necessaria all'informazione, in altri termini, se una libertà di comportamento è necessaria a ogni creazione d'informazione.

Questa dimensione «auto» che attraversa tutto lo schema della nozione di forma è stata analizzata da Ashby [1961] che ha distinto due aspetti del sistema: la sua «connettività» e la sua «organizzazione». La connettività è l'insieme delle costrizioni che lo definiscono come sistema: è ciò che si è chiamato 'struttura'. La sua organizzazione si riferisce al funzionamento del sistema e al suo adattamento alle condizioni esterne. L'organizzazione è ciò per cui la nozione di fine ha un senso. Ashby dimostra dunque l'impossibilità di un'auto-organizzazione assoluta. «Un sistema auto-organizzatore sarebbe dunque, nel suo senso piú assoluto, un sistema capace di definire e di determinare esso stesso il fine da conseguire, vale a dire il criterio in rapporto al quale la sua organizzazione è buona o cattiva; e d'adattarsi progressivamente sempre piú, modificando le leggi della sua organizzazione, in modo da renderla migliore» [Atlan 1972, p. 250]. Un tale essere è logicamente contraddittorio. Ashby dimostra che l'unico cambiamento che può essere preso in considerazione può essere, in uno stesso quadro strutturale, un aumento del numero di connettività fra elementi del sistema, ossia una conferma delle costrizioni. (Ashby chiama «autoconnettività» questa possibilità di conferma della struttura). Ma un'auto-organizzazione, nel suo significato assoluto, sarebbe un essere che a partire dall'insieme dei suoi stati interni anteriori potrebbe rappresentarsi l'insieme dei suoi possibili e proiettare dei cambiamenti di connettività tra i suoi elementi. Ma un tal essere è contraddittorio poiché è chiuso nella sua struttura, in uno spazio logico proprio. Perché vi sia una nuova informazione è necessario che l'organizzazione cambi e che pertanto vi sia trasformazione.

Ogni trasformazione per mezzo di nuova informazione è dunque condizionata necessariamente dall'*esterno* del sistema. Ma a questo punto sono possibili due risposte: o la trasformazione è l'effetto dell'immissione d'un'informazione come programma (l'essere organizzato è strettamente passivo), o la trasformazione è una risposta attiva del sistema ai rumori esterni disorganizzanti. Tutte le teorie del comportamento e del condizionamento prendono il loro senso in questa dicotomia.

In fondo, la dimostrazione di Ashby raggiunge i risultati della termodinamica. In un sistema isolato le sole trasformazioni possibili sono delle disorganizzazioni, vale a dire una scomparsa delle connessioni tra elementi. In capo ad un certo tempo il sistema raggiunge l'equilibrio: esso non presenta piú un comportamento attribuibile al sistema in quanto tale, ossia in dipendenza della sua integrazione. Un sistema chiuso (che scambi dell'energia col suo esterno) può mantenere la sua struttura ma non può cambiare di struttura, ossia non può presentare dei nuovi comportamenti. Solamente un sistema aperto (che scambia energia e materia) rende possibile, ma non necessario, un cambiamento di comportamento, una creazione d'informazione.

Ogni sistema materiale ha un comportamento se non ha raggiunto il suo equilibrio massimale, se non ha speso la sua energia libera. Ma ogni sistema chiuso (isolato o bloccato) è necessariamente passivo: tutti i movimenti ch'esso effettua sono condizionati dall'esterno, sono delle reazioni. Solamente un sistema aperto può presentare dei movimenti che sembrano non-condizionati, vale a dire delle azioni reali.

Ogni comportamento è una relazione fra un interno e un esterno. Meglio: è la manifestazione d'un'esistenza di relazione. Questa esistenza è l'espressione delle condizioni di stabilità del sistema che la manifesta. In quanto aperto, esso dev'essere metastabile: questo termine significa che la sua struttura dev'essere dinamicamente riprodotta. Il comportamento, come anche la memoria, va messo in relazione a queste due condizioni: apertura e metastabilità.

Questa definizione del comportamento dev'essere intesa in tre sensi: 1) il comportamento come relazione spaziale; 2) il comportamento come relazione temporale; 3) il comportamento come relazione di conoscenza.

Il comportamento come relazione spaziale. Il comportamento opera sul limite che separa una forma e un fondo (o sfondo). Si ritiene che ogni forma si ritagli univocamente su di un fondo. Per determinare una forma occorre una frontiera a partire dalla quale sarà possibile dichiarare univocamente per ogni punto dello spazio che ne è il sostrato se esso appartiene alla forma o al fondo. Ogni sistema determina dunque uno spazio esterno e uno spazio interno. La struttura del sistema è la determinazione possibile di questa frontiera. Questa condizione esprime la metastabilità del sistema, ossia i limiti rappresentati dalla sua informazione. Un sistema aperto (in quanto necessariamente metastabile) è ben limitato, ma questo limite è, per definizione, equivoco. Nella relazione spaziale univoca interno/esterno il comportamento apporta un fattore d'equivocità. La localizzazione del comportamento è ambigua. Ogni comportamento sembra situarsi al di là della frontiera univoca forma/fondo. Un comportamento sembra essere un'azione che si realizza sul fondo – sembra determinare delle situazioni all'esterno della forma –; ma nello stesso tempo è però necessario ri-

ferire ogni comportamento alla forma come informazione, vale a dire come insieme di stati interni. Ogni comportamento è situato nello spazio di com-possibilità del sistema. L'insieme dei comportamenti di una forma determina dunque il suo limite reale, ma questo limite è equivoco per il fatto che non può determinare a priori ciò che appartiene alla forma e ciò che appartiene al fondo. Foerster ha insistito sull'esistenza di un duplice ambiente per ogni sistema: 1) lo spazio dei suoi comportamenti: esso è determinato dall'insieme degli stati esterni compatibili con gli stati interni del sistema; in piú costituisce l'insieme delle situazioni significanti per il sistema; 2) l'esterno di questo spazio, dove tutto è rumore per il sistema compreso come informazione. È sotto la presenza continua di questo rumore che il sistema si comporterà, vale a dire sfrutterà il suo campo di possibilità.

Si può ora proporre una prima definizione: ogni comportamento è un'azione di mediazione fra uno spazio interno e uno spazio esterno. L'unità della forma si determina nella sua rappresentazione spaziale. In quanto tale ogni comportamento precisa il grado d'univocità della forma, realizza l'attività per mezzo della quale il sistema prova la consistenza della sua struttura, vale a dire la non-contraddizione della sua informazione. Il comportamento è un calcolo del grado d'integrazione (la sua metastabilità o la sua integrità) della forma: è una strategia. Esso esprime la combinatoria che regge l'insieme degli stati interni del sistema.

Il comportamento come relazione temporale. Il comportamento è un'espressione dell'informazione del sistema; dunque non è uno schema unicamente spaziale, bensí un'entità spazio-temporale. Esso è ugualmente significante per determinare e l'interiorità e l'esteriorità temporale del sistema.

È di nuovo possibile determinare univocamente i limiti del sistema: si tratta del suo stato presente. Infatti l'istante (ciò che esibisce la stabilità temporale del fenomeno) determina univocamente il sistema, esponendo l'esistenza del sistema nella sua stabilità temporale. Ma l'informazione è la garanzia di una continuità tra i differenti stati attraverso i quali il sistema è passato, e dunque tra i differenti istanti della sua esistenza. L'informazione realizza la consistenza del sistema. Ma questo limite è di nuovo necessariamente equivoco per garantire la durata del sistema: la presenza è, infatti, una coesistenza di situazioni passate. La struttura come insieme delle costrizioni esprime questa coesistenza possibile degli stati passati e presenti. Ogni comportamento gioca all'interno di quest'insieme di esperienze passate che sono memorizzate come norme d'organizzazione del sistema. Il comportamento come relazione spaziale confronta il passato del sistema col suo futuro. Il presente non è che il luogo (l'occasione) d'un confronto. Anche in tal caso il comportamento è un'azione al limite del sistema e perciò bisogna descriverlo come strategia: il comportamento è un calcolo, secondo l'ordine del tempo, del grado d'integrazione della forma. Sulla base dei suoi stati anteriori, esso tende a determinare i suoi stati futuri (questo è il fenomeno dell'anticipazione). Ancora una volta il comportamento è l'espressione della combinatoria dei suoi stati interni.

Cosí il comportamento gioca il suo ruolo nel rapporto individuo/specie. La

specie come identità d'informazione sembra determinare delle norme d'organizzazione relative agl'individui che la compongono; rispetto a ciascun individuo la specie determina i suoi limiti rapportando l'insieme degli stati interni che la compone a un optimum di stati esterni. Il comportamento è uno sfruttamento sistematico del campo dei possibili rappresentato dall'informazione. Comportamento e memoria sono dunque inseparabili. La memoria come informazione determina il comportamento, ma bisogna chiedersi se il comportamento non manifesti una frangia d'autonomia in rapporto alla memoria, se cioè il comportamento possa riorganizzare la memoria e dunque essere causa di trasformazioni.

L'insieme comportamento/memoria è una mediazione fra uno spazio/tempo interno e uno spazio/tempo esterno. Ogni attività di un sistema è una delimitazione fra questi due poli.

Il comportamento come relazione di conoscenza. Il comportamento è iscritto in una relazione di conoscenza che lega osservatore e osservato. Attraverso questa relazione si tratterà, per colui che osserva: 1) di definire la causa del comportamento dell'osservato (che questa causa gli sia interna o esterna), 2) di determinare il comportamento normale del sistema osservato (ossia un comportamento in accordo con la sua informazione). Questa relazione porterà a costruire delle leggi causali per descrivere l'insieme delle relazioni fra l'interiorità e l'esteriorità dei sistemi osservati. Quando il sistema osservato è un'auto-organizzazione, lo si deve intendere come una fonte possibile di nuova informazione, in quanto intrattiene una relazione di conoscenza con la sua esteriorità. Ora, si è già insistito sul fatto che dietro l'osservatore c'è il soggetto umano che raccoglie le informazioni. Lo studio del comportamento deve dunque comprendere le relazioni esistenti tra la conoscenza che il sistema osservato ha del suo ambiente e la conoscenza di colui che osserva come comportamento d'oggettività.

1.3. Sperimentazione e comportamento.

Nello studio del comportamento d'oggetti dell'esperienza, il ruolo dell'osservatore si manifesta in ordine a due attività. La prima è un'osservazione pura, attraverso la quale l'osservatore classifica i fenomeni per mezzo di un gioco di differenze e similitudini, mettendo in luce delle norme di comportamento per ogni classe di fenomeni. L'atto di conoscenza tende allora a ricondurre ogni comportamento osservato a un comportamento «normale», vale a dire a un ideale dell'osservatore. È questo, per esempio, il caso nell'astronomia antica di astri dal comportamento capriccioso e per ciò chiamati pianeti: vale a dire «erranti». Questo comportamento capriccioso era anche inteso come il segno evidente della loro personalità divina. Si cercò di ridurre il loro comportamento a un'interazione di circoli: il sistema di Tolomeo. Fu necessario attendere Keplero per rompere l'ideale del circolo e ridurre il vagabondaggio dei pianeti a leggi geometriche semplici. I pianeti perdevano in tal modo ogni aspetto volontario nel loro comportamento.

La seconda è una sperimentazione. L'esempio dell'astronomia è un caso particolare: si tratta infatti di conoscere dei sistemi fisici al di là di ogni azione dell'osservatore. Nella maggior parte degli altri sistemi l'osservazione si prolungherà per mezzo di una manipolazione del sistema osservato. Si tratterà, per l'osservatore, di suscitare delle «risposte» del sistema attraverso variazioni nelle condizioni esterne. Ben presto questo rapporto di stimoli e risposte diventa un vero dialogo cioè un confronto in cui l'iniziativa delle questioni tende costantemente a passare di mano in mano.

La riduzione sperimentale del comportamento. Lo sperimentatore mette in opera un protocollo d'esperienza in modo tale da provocare delle risposte del sistema sperimentato. Tuttavia la sua apparente libertà di risposta è compresa come il semplice riflesso dei limiti della conoscenza di colui che osserva. La sperimentazione tende dunque a negare la libertà di risposta dell'osservato e a giustificare il suo metodo attraverso l'eccessiva complessità di questo sistema. Una tale pratica sperimentale pone infatti ogni comportamento come l'effetto necessario dagli stati anteriori del sistema. È l'affermazione del determinismo universale: ogni comportamento è determinato da una serie, lunga quanto si voglia, di cause; nel mondo fisico non vi è atto libero.

Come si passa dall'osservazione alla sperimentazione? Si determina una «scatola» contenente il sistema osservato. Questa scatola è formata dall'insieme dei processi abituali del sistema e si suppone che le sole influenze con l'esterno del sistema osservato siano quelle che risultano dalle manipolazioni dell'osservatore. Si «chiude» cosí ogni elemento in uno spazio di possibili (il che suppone la descrizione preliminare di questi possibili attraverso l'osservazione delle differenze e delle somiglianze fra comportamenti). Questo spazio è determinato dall'insieme delle interazioni fra gli elementi. Si suppone a rigore sempre possibile la conoscenza integrale del sistema: in altri termini, se si conoscessero le N variabili interne che costituiscono il sistema in interazione $(x_1 ... x_N)$, si potrebbero sviluppare N equazioni differenziali tali da descrivere rigorosamente il divenire del sistema.

Questo metodo però non è praticabile a causa del numero enorme delle variabili interne necessarie per descrivere gli stati possibili del sistema. Del resto, anche se fosse possibile, non si vede come in tal caso sarebbe possibile descrivere il comportamento del sistema. Ma da un punto di vista logico questo metodo si scontra con una vera impossibilità. Infatti, è impossibile determinare il livello d'osservazione dove vengono definiti gli stati interni dei sistemi e le N variabili che vi agiscono.

Bisognerà allora descrivere le reazioni del sistema a stimoli esterni selezionati dallo sperimentatore e poi tentare di prevederli rappresentando le loro relazioni attraverso una funzione. L'azione degli stimoli sarà descritta per mezzo di un parametro e si potrà dedurre uno schema di causalità che vincoli gli stati interni del sistema a uno o due parametri. L'esempio piú suggestivo è certamente quello del cane di Pavlov, in cui un cane è associato a un segnale sonoro.

La deduzione sperimentale del comportamento. Questa tecnologia del comportamento si situa al centro del dibattito tra le due possibilità inverse di conoscenza delle cose.

Si può partire da un'osservazione dei fatti e tentare di distribuirli in classi d'equivalenza. I comportamenti singolari sono ridotti a comportamenti normali. Il fatto è in tal modo compreso come elemento di un insieme: vale a dire, gli si attribuisce una stabilità intrinseca che manifesta le interazioni ch'esso ha con gli elementi simili (cioè ugualmente stabili). Il sistema in tal modo dedotto è idealmente stabile. Si può rappresentare interamente la sua forma globale attraverso la proiezione dei suoi elementi sullo spazio sostrato. In altri termini, si può conoscere la stabilità del sistema derivandola dalla somma delle sue stabilità locali o elementari. Ogni comportamento è deducibile dalla rappresentazione spaziale dell'insieme dei suoi microstati. La reciprocità tra gli elementi è una pura identità.

L'insieme diventa in tal modo idealmente stabile, perciò chiuso, essendo stato trasformato per mezzo della sperimentazione in puro oggetto di conoscenza. Il che significa che è allora possibile per un osservatore esterno scomporre e ricomporre la sua forma; che la sua morfologia (le sue leggi di composizione) è riducibile senza alcun resto alla sua morfostasi (le sue leggi materiali di stabilizzazione intesa come la somma delle stabilità elementari). Questo metodo è chiamato «riduzionismo» perché opera per riduzione dell'organizzazione di un sistema alla sua informazione, poi per riduzione dell'informazione alle sue condizioni di stabilità. La forma cosí ridotta al suo essere formato non è altro che la classe omogenea delle sue proprietà elementari stabili. La sua unità è rigorosamente quella dei suoi elementi. La forma globale è ottenuta per semplice estensione delle stabilità locali. L'integrazione non è che l'accumulazione univoca ed omogenea dei suoi elementi concepiti come stati-limite. Deve dunque esservi reversibilità della forma. Questi due processi sono identici dal punto di vista dell'integrazione.

Si sa che una tale sperimentazione applicata alla descrizione degli esseri viventi ha sempre suscitato delle riserve. Ci si può infatti chiedere giustamente se la «scatola» in tal modo definita è l'habitat dell'essere osservato. Per un sistema fisico non vivente la questione non ha un grande significato, ma la cosa cambia totalmente nel caso di un sistema vivente. Bisogna chiedersi se il campo di possibili cosí determinato è il campo globale di potenzialità del sistema o semplicemente uno spazio di privazione. È dunque chiedersi se non si nega cosí la possibilità di creazione d'informazione da parte di ogni sistema aperto (cioè la sua auto-organizzazione).

Questa reversibilità cosí postulata è difficile da ammettere allorquando si prendono in esame gli esseri viventi: sembra infatti certo che in questo caso l'irreversibilità sia un fenomeno globale difficilmente riducibile a condizioni di stabilità locale. Il comportamento sembra in questo caso manifestare un'attività intenzionale e un indeterminismo intrinseco alle connessioni tra i suoi componenti. Il comportamento sembra indicare che la forma non è riducibile al suo

spazio sostrato. Esso impone di riconsiderare il fatto nella sua singolarità. Ma in tal caso appare minacciato tutto l'approccio oggettivo.

Sulla constatazione di questo scarto tra il locale e il globale si può allora sviluppare un'altra strategia per accedere alla cosa e tentare di coglierla nella sua universalità. Questa strategia consiste nel porre l'insieme *logicamente* anteriore in rapporto ai suoi elementi. Ogni fatto è situato subito in un rapporto d'integrazione e tale rapporto rivela il fatto in quanto tale e predetermina la sua stabilità locale. Il fatto diventa significante per mezzo di quest'integrità che lo informa. È l'insieme nella sua integrità che è compreso come stabile. Questo insieme stabile che attribuisce il suo significato al fatto realizza la struttura della forma. È tale struttura che rende possibile il fatto. Ogni comportamento è iscritto nella logica dell'insieme attraverso un duplice rapporto d'integrazione e di differenziazione che gli attribuisce la sua esistenza. Questa logica d'insieme attribuisce le sue proprietà d'individuazione al fatto: la sua singolarità è infatti deducibile dall'insieme e dunque è formalmente determinata. L'informazione è anche in questo caso totalmente rappresentabile in uno spazio omogeneo che è proprio alla forma; essa è riducibile alla sua struttura. Il rapporto d'integrazione/differenziazione che informa la struttura pretende di render conto della produzione del fatto ad opera della struttura. Al limite, il fatto è compreso come «tratto distintivo»: la sua esistenza non è piú che il resto d'un gioco di differenze. La struttura (l'informazione come unica sintassi) non può render conto che del suo essere formato, ma in nessun caso essa può definire la sua propria produzione, e dunque i processi di stabilizzazione che l'hanno generata. La sua trasformazione è omogenea dappertutto. La struttura può allora essere ipostatizzata come forma, vale a dire isolata dalle condizioni materiali di stabilità. L'unità del sistema risulta da un puro oggetto logico. Conoscere il fatto equivale a comprendere il tipo di partecipazione che l'unisce alla forma.

In questa seconda strategia possibile, i comportamenti non sono compresi che come segni della forma: essi non fanno altro che «segnalarne» l'esistenza. Essi non rappresentano nemmeno piú gl'indizi della loro propria esistenza. Le relazioni che li manifestano sono essenzialmente formali e rinviano a un'unità formale trascendente, essenza reale che fonda la conoscenza giacché realizza l'adeguazione delle relazioni formali e delle leggi di stabilità che realizzano l'essere concreto. V'è una totale trasparenza della forma al suo sostrato. Ogni comportamento è in tal modo un'intenzione di cui la forma costituisce il fine. Un'intenzione, vale a dire una proiezione dell'essere formato sul suo modello formale.

Ci si accorge dunque che le due strategie si confrontano su di un punto solo: la causa che produce il fatto (come schema globale di comportamento e di memoria). Nel primo caso la causa non è altro che la stabilità materiale che informa la forma: è morfostatica. Nel secondo caso la causa è intenzionale; è la stabilità formale che informa la forma: essa è morfologica. Per questi due metodi il postulato fondamentale è che è possibile determinare univocamente il limite (spaziale e temporale) d'un sistema.

I due metodi sperimentali sono dunque equivalenti. Nel primo caso si fa giocare la sperimentazione *all'esterno* del sistema. Si selezionano alcuni parametri esterni che agiscono sul sistema e si determinano le reazioni di quest'ultimo alle variazioni controllate dei parametri. Il resto del mondo è supposto costante. Si ha cosí una rappresentazione d'equilibrio del sistema: è sempre possibile ritrovare lo stato iniziale del sistema dopo una trasformazione qualsiasi giacché esso tenderà sempre a un minimo del potenziale che lo determina. La spiegazione consiste dunque in uno schema di causalità lineare del tipo stimolo/reazione. Nel secondo caso si situa la sperimentazione *all'interno* del sistema. Si tratta sempre di far giocare dei parametri esterni, ma questi sono considerati come insignificanti rispetto all'integrazione del sistema: essi non fanno che rivelarla, ma gli stati interni non li riflettono. Si mostra allora che è sempre possibile all'interno dei limiti della forma ritrovare lo stato finale del sistema quali che siano le deformazioni sperimentali dello stato iniziale. La sperimentazione, dunque, poggia su un metodo di causalità lineare, ma ne mostra la fondamentale insufficienza ed esige di porre l'esistenza di un progetto nel sistema (progetto che significa dunque la sua irriducibile integrità). Ogni comportamento è un'attualizzazione (una proiezione) di questa forma potenziale. L'insieme è stabile perché è l'immagine dell'equilibrio del potenziale che realizza un massimo per la forma. Questo potenziale rende adeguata la forma alla sua informazione. La spiegazione pone dunque una finalità costitutiva del sistema.

Nei due casi, il comportamento come mediazione viene meno, a vantaggio d'un'immediatezza tra l'essere materiale e l'essere formale, resa possibile da un'adeguazione necessaria tra la cosa e lo spirito. Nei due casi il comportamento è uno stretto meccanismo. Ma nel primo si tratta di una causalità locale; nel secondo, d'una causalità finale.

Nel confronto di questi due metodi un punto è significativo per lo studio del comportamento. Ambedue sono costretti a riferire l'insieme degli stati del sistema a un punto d'equilibrio compreso come il luogo di potenzialità della forma. Ambedue, dunque, comprendono ogni attualità della forma in termini di stabilità e d'instabilità. Ma nessuno dei due rimette in discussione l'esistenza di un tale potenziale, vale a dire non considera il sistema come attuale – cioè generatore di atti – oppure il sistema in via di costruirsi. Pare che nell'approccio morfostatico, come in quello morfologico, la costruzione stessa della forma sia non-significante (e dunque identica alla sua distruzione, anche se il secondo metodo si limita a presupporre un'eternità della forma). Questo è accettabile per taluni sistemi materiali semplici, ma ben presto si constata che la genesi della forma è essenziale; in altri termini, solo un approccio morfogenetico può renderne conto. Un tale approccio riconosce immediatamente la dimensione «auto» dell'organizzazione ma, invece di considerarla come causa finale, cerca di comprenderla in atto come processo di stabilizzazione o d'equilibrio, vale a dire ch'esso tende a definire la dinamica stessa della morfologia.

Di fatto, i due approcci precedenti sono delle finzioni poiché pretendono di rendere omogeneo lo spazio di rappresentazione della forma. Ambedue rimuovono quel che realmente costituisce problema: la sua eterogeneità irriducibile (quello che i Greci chiamavano μεικτόν). Per uno di essi non v'è differenza tra l'interno e l'esterno d'un sistema: tutto, infine, non è che esteriorità.

Per l'altro, questa differenza è originaria: essa è il risultato di un atto trascendente d'adeguazione tra l'interno e l'esterno. Nei due casi la spontaneità dell'oggetto – e dunque la potenzialità creatrice dei suoi comportamenti – è negata. Nei due casi, le domande «Come l'essere s'informa?» e «Come l'informazione si trasforma?» sono dei non-sensi. Queste domande sono dei non-sensi giacché nei due casi l'eterogeneità del sistema – intesa come l'interazione tra il livello dei microstati del sistema e le sue macrovariabili – non è compresa come costitutiva di quest'ultimo. I due metodi sperimentali precedenti sono validi solo quando il sistema è formato da questi due livelli; e ancora va detto che la morfologia si definisce solo per mezzo di una stabilizzazione statistica. Ma i due metodi sono nondimeno indecidibili. Ogni comportamento può allora essere inteso come una messa in situazione globale del sistema, come un tentativo di rappresentazione della logica della sua struttura in relazione a uno spazio esterno. L'integrazione è, in tal modo, attiva per il fatto di essere prodotta dall'equipotenzialità delle sue dinamiche locali. Essa determina una dinamica globale del sistema rappresentata dall'insieme dei suoi comportamenti. Un tale sistema non ha dunque una stabilità, ma è metastabile: il che vuol dire che la sua informazione è un'azione, o che la sua struttura è improbabile. Ogni modifica dell'informazione è possibile solo attraverso la trasgressione strutturale che realizza il passaggio da un livello d'organizzazione a un altro.

Si può dire che ogni livello è una *tensione*, cioè un conflitto fra elementi di attrazione ('attrattori'). La metastabilità del sistema comporta la possibilità di coesistenza a ogni livello di stati contraddittori. Ogni comportamento è l'espressione di un conflitto tra questa contraddizione potenziale interna e il confronto tra stati interni e stati esterni. Ogni comportamento attualizza questo conflitto. A ogni livello, l'informazione – in quanto possibilità di rappresentazione della struttura del sistema – tende a una crescente digitalizzazione, vale a dire a un'estensione massima della sua consistenza attraverso un comportamento ripetitivo (è il processo di differenziazione crescente). Ma l'ambiguità dell'informazione rende sempre piú inadatto un tale comportamento metonimico omogeneizzante e mette in movimento delle rotture catastrofiche della struttura di rappresentazione dell'informazione. I conflitti fra attrattori locali sono intensificati da comportamenti proiettivi – reali metafore del conflitto – funzionanti come attrattore immaginario, e tuttavia concreto, della dinamica globale del sistema. Proiezioni di questo genere realizzano il passaggio analogico tra livelli, ma lungi dal risolvere i conflitti esse non fanno che trasferirli a un altro livello. Vi è metafora perché la contraddizione è in tal caso interpretata, cioè rappresentata senza l'aiuto della negazione. Si tratta dunque d'un comportamento globalmente analogico: non v'è riduzione delle tensioni, bensí rappresentazione.

Il sistema funziona per gerarchia isologica: ogni livello è una traduzione delle tensioni fra l'interno e l'esterno e mette in movimento un insieme di comportamenti per esprimere questa tensione. In tal senso si può dire che ogni parte è immagine del tutto senza per questo poter parlare di una finalità, poiché ogni azione d'organizzazione non è altro che una delimitazione d'una incompiutezza fondamentale dell'essere organizzato.

Nello studio dei comportamenti la nozione d'inconscio sembra dunque una necessità operativa se si vuol capire la dimensione morfogenetica della forma. L'inconscio è l'opacità costitutiva tra i livelli d'informazione della forma: esso è dunque l'azione di coesistenza tra questi livelli. L'inconscio è l'insistenza per una forma a realizzare il suo essere, cioè la sua metastabilità. È quello che, precedentemente, si è qui definito «auto-organizzazione».

Come ha fatto osservare Morowitz [1968], quando si studia un sistema gerarchizzato, l'assenza d'informazione dell'osservatore sugli stati interni del sistema è compensata dalla conoscenza che il sistema ha dei suoi propri microstati; in altre parole il sistema interpreta la neghentropia rappresentata dai suoi microstati in termini d'informazione per rispondere attivamente agli stimoli esterni. L'integrazione d'un sistema sembra limitare a priori la conoscenza che un osservatore qualsiasi può averne. Si ha dunque l'impressione che dal punto di vista strettamente operativo si debba attribuire a un tale sistema, gerarchizzato in livelli d'organizzazione, un'autonomia reale, cioè una potenzialità formatrice di comportamento. In altre parole – e come Kant aveva perfettamente compreso – il problema del determinismo ha il suo fine nel problema etico, e questo nel problema estetico. Il rapporto interno/esterno si precisa solo attraverso una riflessione sull'atto creatore: il comportamento si realizza in atto e sfugge a ogni condizionamento. Tuttavia, il limite della filosofia kantiana deriva dal fatto che essa coglie l'universo delle forme attraverso le pretese morfostatiche e morfologiche. Dal momento in cui si affronta il metodo morfogenetico, i limiti della conoscenza appaiono differenti. È attraverso il riconoscimento d'un'autonomia costitutiva del sistema osservato che gli stati interni di colui che osserva diventano conoscibili. Tuttavia, questo riconoscimento non è una reminiscenza ma una memoria in atto, ossia una potenzialità di creazione d'informazione. Questo ri-conoscimento non è, però, altro che la dinamica globale (comportamento e memoria) dell'organizzazione come azione di delimitazione. I limiti della conoscenza sono allora rinvenuti nella loro dinamica costitutiva. Questa perdita dell'oggetto – vissuta come una perdita del soggetto nell'oggetto (un'alienazione) – costituisce di fatto il cammino attraverso il quale il soggetto si ritrova (una liberazione).

La produzione sperimentale del comportamento. L'osservazione come sistema d'interazione tra un osservatore e un osservato realizza un gioco di comunicazione tra i due poli sulla base d'una essenziale comunità di natura. Questa unità d'organizzazione – necessariamente negata dal comportamento d'oggettività – permette la conoscenza. L'oggettività nega la potenzialità di creazione d'informazione dell'osservato. Essa la riduce a una possibilità di rappresentazione strutturale: alla sua quantità di neghentropia. Colui che osserva può allora trasformare, per rappresentazione, questa forma nella sua propria informazione. Ogni sperimentazione poggia su questa negazione della libertà dell'oggetto. Il metodo morfogenetico nelle sue applicazioni sperimentali non procede in altro modo, ma permette di comprendere quel che succede effettivamente e su quale distruzione irreversibile poggia la conoscenza. Di contro,

le sue incidenze nel campo metafisico sono enormi. Includendo la corrispondenza tra colui che osserva e l'osservato, tale metodo esige d'osservare colui che osserva, di ridurlo in osservato e di comprendere la sua morfogenesi interattiva con quel che era chiamato il suo oggetto. Si tratta dello schema che, in fondo, segue anche la psicanalisi sul piano individuale: riducendo il soggetto allo stato d'oggetto, essa lo costringe a rivivere la sua morfogenesi nel suo rapporto con i suoi oggetti nevrotici e da ciò, scoprendone l'origine, a disalienarsene. La scienza costituisce – a livello collettivo – un processo similare. Giustificando un sospetto portato sul comportamento d'oggettività, il metodo morfogenetico permette di comprendere meglio quel che avviene in ogni osservazione.

Se queste conclusioni hanno un'incidenza minore quando è un sistema non-vivente a essere osservato, le cose cambiano per gli altri sistemi. Piú l'organizzazione dell'osservato è simile a quella di colui che osserva e piú v'è rischio d'alienazione dell'osservato da parte dell'osservatore, insomma piú v'è rischio che colui che osserva si proietti sul soggetto osservato e lo trasformi in tal modo in semplice oggetto. L'informazione che allora egli raccoglie non è altro che il riflesso dei suoi conflitti. La realtà ch'egli descrive non è altro che il riflesso del suo desiderio. Col chiudere il soggetto osservato in un comportamento oggettivo, il soggetto osservante nega una relazione di reciprocità e rende irreversibili gli scambi d'informazioni. Analogicamente al rapporto predatore/preda, il soggetto osservante nell'alienare il soggetto osservato – negandone, cioè, la sua libertà – lo considera non piú come un fine ma come un mezzo.

Secondo l'approccio morfogenetico è, dunque, importante osservare tanto colui che osserva quanto la cosa osservata. È questo il solo mezzo nello studio del comportamento per non passare in modo continuo da una sperimentazione sul comportamento animale a una psicologia sperimentale, e poi a una manipolazione psicologica del comportamento, fino ad arrivare alla pratica della tortura psicologica. Riconoscere l'autonomia del sistema osservato è il solo mezzo per non passare da una giustificazione dell'esperienza a una giustizia «sperimentale» che non condanna i comportamenti anormali ma li rieduca. Lo sperimentatore è sempre tentato di trasformarsi in educatore e alla fine in padrone. Piú v'è reciprocità, a livello dell'organizzazione, dei due termini in presenza, piú i rapporti sociali di dominio tendono ad informare i risultati dell'esperienza.

Questo rapporto di dominazione agisce già nella sperimentazione sul comportamento animale, come ha dimostrato Rosenthal nel suo libro *Experimental Effects in Behavioral Research* [1966], ordinando sotto tre rubriche gli errori commessi nel quadro d'una sperimentazione del comportamento: 1) gli errori d'osservazione, 2) le falsificazioni dei risultati, 3) le modificazioni del comportamento dei soggetti. Rosenthal mostra che, attraverso i diversi processi di riduzione del comportamento del sistema osservato – cioè attraverso una manipolazione del soggetto –, lo sperimentatore ottiene dai soggetti osservati che essi manifestino dei comportamenti che servono a giustificare le ipotesi assunte in partenza. Cosí Rosenthal dimostra che nello studio del comportamento animale i risultati di un apprendimento saranno migliori se lo sperimentatore è convinto dell'intelligenza degli animali che servono all'esperimento. Se l'azione dello

sperimentatore sul soggetto sperimentato ha degli effetti sul piano strettamente psicologico, è sul piano della sociologia che quest'azione ha un effetto fortemente modellizzatore. La sperimentazione stabilisce un rapporto sociale, cioè un insieme d'interazioni che predetermina i comportamenti dell'osservante e dell'osservato. Al limite, il termine della sperimentazione perde qui il suo significato per il fatto che il comportamento d'oggettività non è piú altro che un ruolo sociale che investe colui che lo manifesta di un potere sul soggetto sperimentato.

Il potere esercitato dallo sperimentatore può intaccare la validità interna delle esperienze. La massima parte degli esperimenti di psicologia si svolgono in presenza dello sperimentatore che è investito d'un ruolo di spettatore. È stato possibile mostrare, effettuando delle contro-esperienze (cioè effettuando test in presenza e in assenza dell'osservatore), che i risultati sono profondamente diversi nei due casi [cfr. Desportes 1975]. I risultati sono in funzione dell'ansietà del soggetto e della difficoltà del test. Si è potuta attribuire questa differenza di comportamento al fatto che il soggetto osservato interpreta il fatto d'essere osservato come quello d'essere *giudicato*. La presenza dello sperimentatore, investito di questo ruolo di giudice, ha due azioni sui comportamenti: rinforzo delle prestazioni del soggetto che si sente minacciato dalla possibilità di un giudizio negativo, ma nel contempo un'inibizione di queste prestazioni, giacché il soggetto sperimentato si preoccupa piú delle implicazioni sociali del test che del test stesso.

Il potere esercitato dallo sperimentatore, però, minaccia anche la validità esterna delle esperienze. In quanto il soggetto non percepisce la finalità dei test ed è privo d'ogni informazione sull'oggettività dell'esperienza, egli si trova predeterminato alla manipolazione. Vivendo questa dipendenza estrema in rapporto all'ambiente sperimentale, il soggetto osservato adotta una condotta di sottomissione alla volontà dello sperimentatore.

Degli esperimenti realizzati da Milgram hanno dimostrato che era possibile indurre in qualsiasi soggetto dei comportamenti di sperimentatori. Per sottomissione all'autorità scientifica un soggetto accetta di realizzare atti di sperimentazione su altri che costituiscono delle vere e proprie torture (per esempio, forti scosse elettriche) e le grida del soggetto provocano nello sperimentatore ben poche reazioni. Le sofferenze sperimentali inflitte al soggetto manipolato sembrano normali allo sperimentatore osservato poiché esse sono motivate da preoccupazioni educative o di progresso della scienza. Argyris ha potuto perfino dimostrare che la sperimentazione funziona spesso sul modello padrone/operaio, dato che il soggetto osservato si lascia manipolare dietro compenso e che nei risultati dei test si riproducono dei rapporti politici.

Non v'è bisogno d'insistere sulle torture psicologiche praticate da tutti i sistemi penitenziari per dimostrare che comportamenti di questo genere non sono degli anacronismi nella storia della sperimentazione sul comportamento o anche nella storia del pensiero sperimentale. Il che non significa che si deve abbandonare ogni sperimentazione del comportamento ma che è necessario «controllare» lo sperimentatore. A tal fine, bisogna trovare delle tecniche sperimentali che neutralizzino le proiezioni di colui che osserva. Si può dare un

esempio di una proiezione di questo tipo nel caso studiato da Oskar P. Fungst [1965] di un cavallo dal comportamento particolarmente intelligente che era capace di rispondere a domande complesse battendo lo zoccolo, di compiere operazioni aritmetiche anche su numeri frazionari e perfino di leggere domande scritte. Fungst dichiarò che non v'era alcun trucco vero e proprio, ma che coloro che ponevano le domande fornivano degli indizi di risposta per mezzo di comportamenti involontari che il cavallo percepiva benissimo (per esempio: sollevare un sopracciglio, dilatare una narice, inclinare la testa).

Per evitare queste proiezioni dello sperimentatore bisogna predisporre delle tecniche adattate a ciascuna sperimentazione. Se ne possono dare due esempi. Il primo è tratto dalle esperienze di Premack sull'uso delle parole presso gli scimpanzé. Per evitare il tranello degli indizi involontari forniti al soggetto osservato, Premack cercò di eliminare progressivamente lo sperimentatore agli occhi dello scimpanzé. Ma quest'ultimo, privato d'«interlocutore», si disinteressava del test. Premack fece allora ricorso al seguente dispositivo di sperimentazione: «Invece d'utilizzare uno sperimentatore competente in rapporto al linguaggio ma che rinunziava al comportamento sociale normale, si usò uno sperimentatore che adottava un comportamento sociale normale ma che non era competente in rapporto al linguaggio» [1971, p. 820]. Ora, questo esperimento è tanto piú interessante perché dimostra – al di là dell'eliminazione delle possibili proiezioni – che i rapporti con uno sperimentatore «muto» (ossia un'estrema povertà d'interazioni sociali) determinavano non solo una diminuzione ma anche una regressione dei comportamenti e delle risposte dello scimpanzé. Sperimentando in modo analogo sul linguaggio negli scimpanzé, i Gardner hanno applicato la tecnica del *double blind* o doppia occultazione: «Abbiamo realizzato una situazione in cui un osservatore non poteva vedere quel che vedeva Washoe [il nome della scimmia sulla quale era compiuto l'esperimento] e le poneva delle domande. Il test consisteva nel porre in disordine un gran numero d'oggetti in una scatola di cui tutte le pareti fuorché una erano opache. V'erano due osservatori: uno che disponeva gli oggetti e l'altro che era disposto in modo da non poter vedere il contenuto della scatola. Quest'ultimo chiede a Washoe – che vede la parete trasparente – quel che si trova nella scatola» [in Morin e Piattelli Palmarini 1974, p. 44]. Per mezzo di questa tecnica, con una manipolazione dei segni, si è potuto tenere con la scimmia un *dialogo* reale. In un dominio in cui le proiezioni potrebbero essere molto forti, si sono cosí potute dimostrare le capacità linguistiche e logiche dello scimpanzé.

Dal momento che il comportamento è essenzialmente – come si è cercato di mostrare – una relazione, ogni sperimentazione che lo concerne tende a prendere l'iniziativa di questa relazione e a ridurre in tal modo il comportamento a un comportamento-modello condizionato dall'esterno al soggetto osservato. Lo spazio sperimentale è uno spazio di privazione; esso rinchiude l'osservato in un luogo d'univocità e lo condiziona per mezzo d'un comportamento predeterminato; lo spazio di sperimentazione non è dunque il suo ambiente abituale come possibilità di generare comportamenti nuovi. È dunque questa nozione d'abitudine, o d'ambiente abituale, che si deve affrontare.

2. *La struttura del comportamento.*

Lo studio delle relazioni fra la nozione di forma e quella di comportamento permette di delineare quest'ultima in rapporto a un'*azione* d'organizzazione. Dobbiamo dunque cercare di definire che cosa sia un *atto*. Al pari della nozione di forma, esso ha tre significati: 1) il movimento locale; 2) l'abitudine; 3) l'atto libero. Il comportamento sembra definire una zona di realtà fra il movimento locale e l'atto libero.

Quando spingo una palla, intuitivamente non sembra che il suo spostarsi possa essere descritto come un comportamento. Invece, il gesto di spingere è un comportamento, e anche soggettivamente si può affermare che si tratta di un atto libero. Ma, oggettivamente, niente sembra garantire la libertà di questo atto. Anch'esso può benissimo essere determinato o condizionato dall'esterno – e qualcuno essere stato «spinto» a compiere un tal movimento. In tal caso, ogni atto libero non è che un comportamento, e ogni comportamento un movimento. La volontà situata soggettivamente dietro l'atto libero non è piú che il riflesso della sua causa esterna, il puro riflesso di uno stimolo esterno.

La presenza della nozione di comportamento impone di sapere se il fenomeno cosí denominato è un atto libero o un movimento locale. Bisogna chiedersi se si tratta d'una *proiezione* (cioè d'un'interazione tra un interno e un esterno, ma la cui causa originale è interna) oppure di una *riflessione* (cioè, anche in questo caso, di un'interazione interno/esterno, ma in cui la causa è esterna, nel senso che ogni stato detto «interno» non è altro che la riflessione d'un ordine esterno).

Nei due casi, il comportamento si manifesta come un *insieme di relazioni*, ma nel primo caso la coerenza di quest'insieme è dovuta a una *sostanza* (che realizza l'interiorità originaria dell'essere), nel secondo caso la coerenza di quest'insieme è dovuta alla sua *circostanza* (che realizza l'esteriorità originaria dell'essere). Se vi è proiezione, ogni comportamento è l'espressione d'un desiderio e tende, dunque, all'ottenimento di un piacere come attualizzazione di questo desiderio. Se v'è riflessione, ogni comportamento è l'*impressione* d'una realtà; esso è teso dalla ritenzione di un movimento potenziale che si limita a restituire al reale. Nel primo caso, l'attualizzazione è una costituzione; nel secondo, una restituzione. Si tratta allora di sapere se il limite fra l'interno e l'esterno di un sistema è una pressione (nel senso meccanicista) o una tendenza (nel senso animista).

Se il comportamento è essenzialmente un evento intermediario, bisogna chiedersi come si effettua la mediazione e quale è dunque la causa della differenza originaria che lo rende possibile.

La forma e l'anima. Aristotele divide i movimenti in «movimenti violenti», che sono quelli imposti dall'esterno, e «movimenti naturali», che sono quelli esposti dall'interno del corpo che li presenta. È nota la definizione che egli dà della natura: «La natura è un principio e una causa del movimento e della quiete

per la cosa in tutto ciò che esiste di per sé e non per accidente» [*Fisica*, 192b]. Ogni movimento naturale è dunque una *tendenza*: l'espressione del desiderio di ogni cosa di raggiungere il suo luogo naturale, o luogo di quiete e d'equilibrio. Per esempio, la tendenza della pietra a raggiungere il centro della Terra. Un movimento di tal sorta è «come una vita diffusa per le cose che tutte insieme esistono per natura» [*ibid.*, 250b].

Nel cosmo aristotelico ogni movimento si situa in uno spazio orientato, cioè in un'irreversibilità spaziale. «Poiché si è determinato prima che... il cielo è animato e ha in sé il principio del movimento, è evidente che esso deve avere anche l'alto e il basso, la destra e la sinistra» [*Del cielo*, 285a]. Questa qualificazione dello spazio è ciò che garantisce l'unità logica fra tutte le forme del movimento (movimento locale, generazione/corruzione, comportamento o pratica, atto di ragione) e assicura un «passaggio» *analogico* tra di loro. Queste forme di movimento non mostrano dunque che delle differenze di gradi in un ordine globale d'orientazione topologica. In tal modo si può dire d'ogni movimento che esso è orientato (o tende) verso il suo fine.

Questo passaggio analogico è però puramente spaziale. Le forme del movimento non procedono temporalmente le une dalle altre. Non v'è irreversibilità temporale. Per garantire la permanenza di ciascun essere naturale occorre dunque che il suo movimento sia orientato da un'anima, cioè da un principio immediato di movimento. L'anima è il luogo in cui si riassorbe la mediazione. Essa è Atto Puro, vale a dire sostanza – quel che è stabile per se stesso. Essa non fa parte dello spazio del movimento dove tutto non è che un insieme di relazioni (cioè, per Aristotele, privazione).

Il passaggio topologico presenta dunque un doppio percorso che va dall'anima alla materia: *a*) l'atto ragionevole muove i comportamenti; *b*) i comportamenti muovono la generazione e la corruzione; *c*) la generazione e la corruzione muovono i movimenti locali degli elementi. Percorso in questo senso, si ha l'itinerario della vita e, piú esattamente, dell'ethos. Tutti gli squilibri invece sono dovuti all'ordine inverso.

Qual è la differenza tra esseri animati ed esseri inanimati? Essi hanno tutti un principio spontaneo di movimento e di quiete (cioè un principio d'equilibrio), ma la natura degli esseri animati è piú complessa, piú ricca di *determinazioni* diverse. Il loro equilibrio (o luogo di quiete) è l'espressione d'una stabilità complessa, nel senso ch'esso è composto dai movimenti naturali dei suoi organi, e questi dai movimenti naturali dei loro tessuti e questi dagli elementi che li compongono.

Si potrebbe dunque credere che gli esseri animati impongono alle loro parti dei movimenti che vanno contro la loro natura. Il loro movimento sarebbe globalmente un movimento violento ed essi non sarebbero che degli artifizi. Ma per un tale essere, l'anima realizza precisamente una logica globale di comportamento; tutti i suoi movimenti – in accordo col suo principio – sono naturali. Questa logica globale di comportamento funziona dunque come una forma in rapporto ai movimenti naturali dei suoi elementi. Dunque la differenza inanimato/animato (e vegetali, animali, umani nella categoria animata) costituisce

una differenza di grado ontologico. V'è *gerarchia d'anime*. La complessità crescente dei movimenti è causata «dall'alto», dal Primo Motore, l'Essere perfettamente in atto, cioè immobile, Atto Puro.

Aristotele ha colto la distinzione fra l'*essere formato* e l'*informazione*. «Il cadavere... ha lo stesso aspetto esteriore [di un uomo], e tuttavia non è un uomo» [*Parti degli animali*, 640b]. Vivere è un'attività; esso pertanto non è determinato dalla sola composizione degli organi. È la funzione che anima la struttura e ne è la causa.

Di qui la differenza irriducibile tra gli esseri artificiali e gli esseri naturali. La causalità è esterna ai primi ed interna ai secondi. In altri termini, un essere artificiale può avere in se stesso il principio del suo movimento (per esempio, la catapulta che si distende) ma si tratta pur sempre d'un movimento violento. La causalità formale è esterna ed agisce come una *deformazione*. Al contrario, un essere naturale possiede in sé e per sé il suo principio di movimento. La sua causalità formale è un'*informazione*. Nel primo caso, il principio di composizione degli organi è esterno; si tratta di una pura struttura, cioè d'un essere in cui tutte le determinazioni sono esterne. Nel secondo caso, questo principio è interno e ogni funzione è un atto di determinazione.

L'anima è principio interno di movimento, la materia è una privazione, vale a dire una capacità di deformazione. La materia non fa che sopportare l'informazione. Da qui il principio metodologico: «Chi studia la natura dovrà parlare piú dell'anima che della materia, tanto piú che la materia è natura grazie alla prima, piuttosto che il contrario» [*ibid.*, 641a]. L'anima è dunque atto ma non già di tal o talaltro organo, bensí del loro insieme, del corpo nella sua totalità. È l'azione totale del corpo totale: «Il corpo nel suo insieme è costituito in vista di una funzione complessa» [*ibid.*, 645b].

L'anima non si oppone al corpo ma alla materia. Essa conserva l'*integrità* delle strutture, attribuendo loro consistenza; è la loro informazione. Ma è anche il corpo in quanto essere formato. Il che vuol dire ch'essa non è costantemente «attante» e che il corpo può funzionare senza la sua continua azione direttrice. La sua azione abituale non è altro che quella delle disposizioni funzionali o delle differenti maniere d'essere, o comportamenti. Di qui il ruolo fondamentale dell'ethos nell'*economia* del vivente: v'è conferma attraverso l'apprendimento della struttura nel suo funzionamento che diventa abituale. L'anima *agisce* efficacemente solo quando v'è squilibrio, tendendo allora a ritrovare o riprodurre il suo logos, cioè il suo principio d'equilibrio.

Di fatto, nel pensiero aristotelico, per ogni produzione occorre un logos originario, cioè un'«idea» come principio immediato di realizzazione. Ad esempio, per l'artigiano questo logos è esterno in rapporto alla cosa prodotta, ma interno alla sua coscienza (e dunque conforme alla sua natura). L'abitudine tecnica si acquista e v'è dunque una riduzione progressiva dei rischi d'errore. Al contrario, in ogni produzione naturale, il logos s'identifica con una natura: l'abitudine v'è per cosí dire spontanea ed essa stessa è una disposizione. Per esempio, la rondine costruisce il suo nido «per impulso naturale», al contrario dell'architetto che, per costruire, deve deliberare. In un certo senso egli sem-

bra piú distante dal logos e ogni forma – nel senso d'informazione – ch'egli produrrà richiederà una presa di coscienza originaria.

L'anima ha dunque un rapporto col νοῦς (o spirito). Tuttavia, se l'essere formato si conforma alla sua natura – e se dunque funziona di consueto in accordo con lei – la parte noetica dell'azione dell'anima può liberarsi delle sue rappresentazioni strutturali per attività piú alte. Aristotele ha dunque perfettamente compreso che ogni essere vivente (e perfino ogni essere naturale) funziona abitualmente in modo inconscio. È solo in caso di squilibrio che, per restaurare l'equilibrio naturale, è necessario richiamarsi in modo appropriato ad atti dell'anima, cioè ad atti in rapporto con l'attività noetica o coscienza.

Secondo Aristotele, dunque, ogni essere vivente è prodotto da un «equilibrio», che non è dovuto a una stabilità semplice: ma, piuttosto che cercare delle leggi di stabilizzazione materiale, egli ha spiegato il fenomeno applicandovi delle leggi di *pregnanza* della forma. Egli intende l'operazione d'informazione sul modello di un calco; l'informazione è sempre esterna alla materia. La forma, certo, muove la materia, realizzando un principio d'attività o d'energia, ma non possiede, in sé, la sua attualità. Per attualizzare quest'informazione occorre un *dinamismo*, e questo dinamismo è l'anima. L'anima è dunque causalità per la materia attraverso la forma. *La forma è trasparente*, è una pura superficie. Aristotele garantisce dunque la non-ambiguità dell'informazione attraverso la ψυχή. La forma, cosí come è stata definita da Aristotele, è troppo univoca; è un calco esterno. Come è stato ben dimostrato da Simondon [1964] in una decisiva analisi di questa nozione, la forma concepita da Aristotele non è informazione poiché è pensata sul modello sociale dell'*ordine efficace*: l'ordine dato dal padrone ed eseguito dallo schiavo. Tutta la catena sociale di produzione dell'argilla da un canto e del calco dall'altro – vera e propria catena d'informazione – è dimenticata a vantaggio solo dell'atto di modellare. Non v'è dunque piú alcuna ambiguità in quest'atto. L'insieme di comportamenti che esegue l'ordine è totalmente predeterminato. *La dimensione temporale d'informazione è esclusa.* Non v'è piú allora che l'efficacia del logos – che poggia su di una malleabilità assoluta della materia (e dunque dell'essere formato) e una malleabilità assoluta del modellatore (= essere formante) – e la trasparenza del logos in rapporto alla materia.

In tal modo, Aristotele può stabilire che non vi sono differenze nell'atto, cioè tra i differenti livelli dell'essere. Il limite di ogni movimento naturale è la piú alta delle virtú: la *contemplazione*. Allora la prassi si riassorbe in una teoria che implica l'arresto di ogni comportamento e in cui la memoria viene ricondotta a una pura rappresentazione dell'eternità. Nessuna trasformazione è in tal caso possibile.

L'anima e il corpo. Nel suo trattato sulle meccaniche Aristotele dimostra che il principio generale di funzionamento di questi esseri artificiali poggia su di una trasformazione d'un movimento naturale in un movimento violento. Si tratta, dunque, di movimenti che, invece d'essere dispiegati nello spazio della tendenza (del desiderio d'attualizzazione del suo principio naturale), sono rappresentati in uno spazio omogeneo di reversibilità del movimento. Cosí un cerchio può muoverne un altro in senso contrario. Anche se fosse possibile costruire un essere artificiale analogicamente a un essere vivente, il meccanismo non farebbe che ridurre il comportamento a un insieme di movimenti locali, ma le loro causalità (esterna o interna) sarebbero irriducibili.

A partire dal secolo XVII, la formulazione del principio d'inerzia ha apportato una grande chiarezza nella fenomenologia del movimento. Ormai non vi sono piú un alto e un basso assoluti che orientano tutto lo spazio del comportamento, ma uno spazio continuo e omogeneo in ogni punto. Ogni comportamento, ormai situato in un luogo d'indifferenza, può venire rappresentato per scomposizione successiva delle sue parti. La legge di conservazione del movimento, che deriva dal principio d'inerzia, assegna un limite alla memoria: passato e futuro sono interamente presenti nell'*istante*, in uno stato materiale di relazioni tra elementi. In una tale fisica della stabilità, l'idea di potenzialità non ha piú significato. Ogni movimento diventa strettamente univoco, cioè rappresentabile. Un comportamento, per quanto complesso esso sia, è sempre un movimento *locale* ed esso deve dunque poter essere spiegato per mezzo di una serie di movimenti elementari.

Il principio d'inerzia si accompagna dunque a quello che si può chiamare un principio di «superficialità» dei fenomeni. Un mobile è indifferente al movimento o alla quiete, e allo stesso modo è indifferente a dei cambiamenti nella sua direzione o nella quantità di moto. Non si tratta che di cambiamenti di stati e non già di privazioni. Questi cambiamenti sono provocati dall'esterno. Non v'è piú possibilità d'una *tensione* interna a un essere. Ogni fenomeno è riducibile in termini d'estensione: lo si può rappresentare su una superficie omogenea.

Non si può dunque piú parlare di privazione per un essere, poiché questa nozione rimanda a un principio d'interiorità o di potenzialità in rapporto a un fine. Piú esattamente, la privazione diventa esterna: un mezzo di formazione del comportamento, cioè d'educazione, di rieducazione o di modo d'agire. Agendo sul comportamento di un essere (tutta la sua realtà attuale) non lo si priva d'un'autonomia, poiché egli non porta in sé delle trasformazioni possibili, ma non si fa altro che dirigere esteriormente la sua quantità di moto.

Analogamente al pezzo di cera delle meditazioni cartesiane, ogni essere materiale è malleabile, modellabile a piacere. In effetti, le sue apparenze qualitative non sono altro che l'espressione di relazioni geometriche e di movimento.

Un fenomeno, per quanto complesso sia, è una «figura». Si passa in tal modo da un mondo della disposizione come tendenza innata per ogni cosa naturale a realizzare la sua essenza, a un mondo della disposizione come relazione geometrica fra parti. Presentando il suo *Traité du Monde* nella quinta parte del *Discours de la méthode* [1637], Descartes scrive a proposito dei movimenti degli animali: «È la natura quella che opera in essi secondo la disposizione dei loro organi: a quel modo che un orologio, composto solo di ruote e di molle, conta le ore e misura il tempo piú esattamente di noi con tutta la nostra intelligenza» (trad. it. p. 170). Da qui, l'assimilazione degli organi a pezzi meccanici. Essi non agiscono altrimenti che per reciprocità esterna in modo conforme alla

struttura globale della macchina. La funzione si deduce dalla geometria strutturale. Il comportamento è dunque essenzialmente rappresentabile per mezzo di una cinematica anatomica, poiché v'è identità fra il luogo e lo spazio – un pezzo di una macchina agisce attraverso la sua superficie. La sua sola costante è la durezza e l'impenetrabilità della materia. La sua efficacia è una causalità per contatto.

Il comportamento è dunque ridotto a un insieme di spostamenti. Questa comprensione «figurale» o strutturale dei movimenti degli animali permette l'ipotesi di costruzione di automi (o «automati»), di esseri artificiali che imitano perfettamente gli esseri viventi nel loro aspetto, comportamento e funzionamento. Per definizione, un automa è un essere che si muove da sé. Tuttavia, poiché non è possibile un principio interno di movimento, tutti i suoi movimenti non fanno altro che restituire nel tempo la quantità di movimento che vi è stata precedentemente introdotta. Le differenze di comportamento tra i viventi non sono dovute ad altro che a differenti configurazioni strutturali. Un tale essere non è originariamente attivo; egli non espone che delle reazioni determinate dalla composizione delle sue parti. Di fatto, la costruzione di tali esseri è possibile perché tutti i viventi sono degli automi: i loro corpi non sono che «figura e movimento».

L'automa è l'espressione di un piano prestabilito in rapporto alla sua stessa produzione. La genesi dell'automa non è altro che la riproduzione di questo piano il quale è la rappresentazione strutturale del funzionamento del meccanismo. Dato che la funzione non è altro che la disposizione degli organi, l'informazione dell'automa è completamente determinata dalla sua informazione strutturale. La sua integrazione è esterna e la sua unità è formata dalla riunione dei pezzi che lo compongono.

I suoi pezzi od organi si possono cambiare ma non sono intercambiabili, dato che in un meccanismo rigoroso non è possibile alcuna trasformazione. La forma non è altro che l'espressione della sua struttura. Il funzionamento obbedisce a un «comando» esterno ed è il riflesso fedele di un programma. La struttura dell'automa realizza la sua memoria. Se il comportamento è riducibile a un insieme di spostamenti, ciò avviene perché la memoria che gli corrisponde è riducibile a un insieme di localizzazioni che definiscono gli stati di compossibilità dell'automa. La memoria è dunque un engramma, il riflesso di una struttura.

L'indistinzione tra il naturale e l'artificiale – se si vuole tuttavia preservare la possibilità dell'atto libero – impone di stabilire una distinzione radicale fra l'anima e il corpo. «Io non sono quest'unione di membra che si chiama il corpo umano» [Descartes 1641, trad. it. p. 208]. Non v'è piú, allora, niente di comune tra il pensiero e l'estensione. L'unione dell'anima e del corpo non può essere garantita altrimenti che da un principio metafisico di adeguazione. Tutta la «posterità» del cartesianesimo può essere intesa come un commentario su questa dualità fra lo spirito incorporale e il corpo inanimato. L'insieme delle relazioni fenomeniche rinvia a un principio trascendente. Come dato puro, cioè nell'istante, il mondo non è che una somma d'elementi in assoluto disordine. Senza l'efficacia divina, ogni figura crolla e scompare, la localizzazione si cancella in

una dislocazione. Non solo i comportamenti, ma i movimenti locali sono impossibili. Il soggetto di conoscenza è prigioniero della sua esistenza.

Ogni atto è incompatibile in sé: «Non esiste alcun rapporto di causalità da un corpo a uno spirito, né, aggiungo, ne esiste alcuno da uno spirito a un corpo. Dirò di piú: non ne esiste alcuno neppure tra un corpo e un altro corpo, né tra uno spirito e un altro spirito. Nessuna creatura, insomma, può agire su nessun'altra in virtú di un'efficacia che le sia propria... È dunque chiaro che nell'unione dell'anima col corpo non esiste altro legame che l'efficacia dei decreti divini» [Malebranche 1687, trad. it. p. 154].

Tuttavia, questa dualità metafisica è troppo fragile. L'epistemologia meccanicista è retta da un dinamismo che le impone d'investire il dominio dell'anima. L'atto libero stesso dev'essere dedotto dalle rappresentazioni, le quali non sono altro che delle figure che copiano la realtà esterna. Questa riduzione dell'anima in termini d'estensione pura si effettua per mezzo della teoria della conoscenza, cioè per mezzo di un'oggettivazione dell'atto di conoscere *e* di colui che conosce. Se il comportamento e la memoria sono dell'ordine della figura o della struttura, si deve poter render conto del pensiero umano in termini di composizione di sensazioni, di percezioni, d'immagini e d'idee. La rottura fra l'interno e l'esterno, anche a livello psicologico, non è che un'impressione soggettiva. Fra i due v'è infatti continuità, ed essa è assicurata da una contiguità a livello degli organi di senso.

Dal razionalismo meccanicistico all'empirismo e dall'empirismo al sensismo si assiste a questa risoluzione dell'interiorità dello spirito nell'esteriorità della sensazione. Se per gli empiristi lo spirito – simile alla cera molle – è una *tabula rasa*, resta almeno la condizione minima di stabilità che permette ai fatti esterni d'imprimersi nello spirito. I principî della comprensione non sono altro che la conseguenza d'un soggetto *naturale*, vale a dire un insieme d'abitudini e di disposizioni. Solo con la ripetizione e l'abitudine si costruisce l'esperienza. Attraverso il sensismo, è questo minimo di stabilità «interna» che viene ad essere eliminato. L'unità dell'io non è altro che l'effetto d'una combinazione di sensazioni. La sensazione, unità minima di contiguità tra il fattore esterno e la sua immagine nel pensiero, assicura la continuità tra il movimento locale e il movimento vitale. L'immagine interna è il riflesso puro dello stato materiale esterno. Ogni atto è una pura riflessione, una semplice reazione.

Il comportamento come riflesso. Nel pensiero cartesiano lo spirito o l'anima non forniscono un principio immediato di movimento per ognuno degli organi. L'azione dell'anima si svolge per mezzo degli «spiriti animali», che comunicano localmente le volontà dell'anima in ciascuna parte del corpo, e di un centro di distribuzione di questi «spiriti», la ghiandola pineale che, sospesa per di sopra, proietta per oscillamento questo «sottile liquore» nelle direzioni organiche desiderate. La disposizione strutturale del corpo – se essa è ben costruita – non chiede dunque, per funzionare, l'azione immediata dell'anima. Che i movimenti siano volontari o involontari, in ambedue i casi la disposizione e la causalità per contatto bastano per renderne conto.

Descartes rende in tal modo possibile uno studio oggettivo del riflesso, ossia lo studio dei movimenti organici tanto interni quanto esterni che sfuggono alla volontà oppure alla coscienza, come per esempio la tosse o il contrarsi di un membro nel ricevere una puntura. Tenendo conto di alcune conclusioni di Canguilhem, precedentemente si è mostrato che il meccanismo assoluto ha bisogno di porre una continuità tra il movimento esterno e quello interno, e che ogni comportamento animale non è che un riflesso piú o meno differito di una disposizione materiale esterna. «L'immagine stessa che ha suggerito l'invenzione della parola riflesso – quella di un raggio riflesso da uno specchio – esige che vi sia omogeneità tra il movimento incidente ed il movimento riflesso» [Canguilhem 1955, p. 41].

Questa unità materiale tra l'incidente e il riflesso doveva condurre necessariamente a porre non solo i comportamenti ma perfino il pensiero come stretto riflesso materiale d'una riunione d'elementi riflessi. La sperimentazione in elettrofisiologia conferma questa unità materiale fra i due momenti dell'attività nervosa: l'elettricità dell'influsso nervoso è il veicolo dei messaggi centripeti o centrifughi del corpo. La resistenza di Sherrington a utilizzare il metodo elettrofisiologico può essere interpretata come la coscienza chiara del materialismo che essa sembrava implicare, dando l'impressione di un passaggio continuo dagli stimoli elettrici alle attività nervose interne.

Willis ha colto questa unità dell'attività riflessa come un movimento di flusso e riflusso. Gli «spiriti animali» portatori di segni sensoriali rifluiscono verso i muscoli portandovi questi segni al fine di provocare in essi un movimento di risposta. Questi movimenti di riflusso assumono una precisa importanza nelle esperienze spettacolari di decapitazione effettuate da Hales. Non appena si eccita la zampa di una rana decapitata, questa manifesta – malgrado la decapitazione – un movimento per evitare l'eccitazione. Invece, questo movimento non appare se la rana è stata privata del sistema midollare. Quando, agli inizi del secolo XIX, si ebbe la certezza che il cervello era l'organo centrale di tutte le attività dell'animale, e in particolare degli atti di pensiero nell'uomo, in base alle chiare affermazioni di Magendie, il riflesso prese allora tutta la sua importanza epistemologica e il suo valore operativo per uno studio oggettivo della fisiologia dei movimenti animali.

Il riflesso è subito apparso come l'atto organico minimo, costituendo sia il modello epistemologico di ogni atto, sia il componente elementare di ogni comportamento. Da una parte, infatti, attraverso il suo studio, si riacquista l'impressione d'una finalità d'un tale atto (per esempio, ritirare il dito da una fiamma) in uno schema causale stretto. Lo stimolo esterno fa scattare un movimento involontario preciso e fisso; si tratta di un automatismo, cioè d'un meccanismo di causalità lineare. D'altro canto, sul piano fisiologico l'attività riflessa corrisponde a un sostrato nervoso apparentemente molto semplice e localizzato. Hall aveva proposto il concetto di «arco riflesso» e aveva dimostrato che si trattava di comportamenti che non avevano nulla in comune con l'idea d'atto libero. La concezione sinaptica della trasmissione nervosa proposta da Sherrington [1940] permetteva di comprendere la semplicità locale dell'attività riflessa, spiegandola come un accoppiamento all'interno del midollo spinale tra un neurone sensitivo e un neurone motore.

Questa distanza tra il comportamento e l'atto libero, riconosciuta attraverso lo studio dell'attività riflessa, attribuisce a quest'ultima tutto il suo valore oggettivo nello studio degli esseri viventi. Lo studio dei riflessi si è rivelato decisivo nel dibattito sulla coppia innato/acquisito. Infatti, il riflesso sembra un adattamento comportamentale innato. Ch'esso sia endogeno o esogeno, si tratta sempre di un atto meccanico, involontario e ripetitivo, che permette di realizzare delle funzioni vitali nell'animale giovane in assenza d'un'attività di controllo dei centri superiori della regolazione nervosa (per esempio, il riflesso di suzione nei giovani mammiferi). Ma, in piú, questo dispositivo organico molto semplice al livello del funzionamento presenta una stupefacente malleabilità alle circostanze. Si possono infatti dare dei collegamenti causali tra dispositivi di scatto arbitrari e circuiti riflessi innati. La possibilità d'una combinatoria tra la struttura «riflessiva» e l'insieme degli stimoli possibili ha come esito un apprendimento condizionato dall'esterno. L'apprendimento può cosí essere inteso come un'associazione per ripetizione fra uno stimolo e una risposta. Questa possibilità di formazione di nuovi riflessi, che viene chiamata condizionamento, può essere globalmente definito come l'instaurazione d'un legame da causa ad effetto fra uno stimolo esterno e una reazione organica interna che permette una trasformazione del comportamento non determinata ereditariamente.

Si possono allora distinguere due tipi di condizionamento. Il primo si fonda su di un legame fisiologico predeterminato ereditariamente; il secondo stabilisce un arbitrario fisiologico nell'instaurazione di questa relazione di causalità.

Il primo tipo corrisponde al condizionamento pavloviano; ad un circuito riflesso prestabilito (cioè fondato fisiologicamente) viene associato sperimentalmente un secondo stimolo neutro in rapporto alla reazione (a un riflesso «incondizionato», come una scossa elettrica, viene aggiunto un altro stimolo, per esempio un segnale luminoso). Si osserva allora – dopo ripetizione dell'esperimento – un'estensione dell'attività riflessa a questo stimolo neutro. L'organismo ha compiuto un'associazione tra una reazione determinata fisiologicamente e questo stimolo insignificante dal punto di vista fisiologico. Un avvenimento ripetitivo dell'ambiente si è trasformato in segnale tale da determinare un «riflesso condizionale».

Si deve alle sperimentazioni di Skinner [1938; 1971] l'aver messo in rilievo un altro tipo di condizionamento, designato come condizionamento «operante». La definizione sperimentale di questo condizionamento si fonda sugli studi dell'apprendimento per prove ed errori effettuati da Thorndike agli inizi del secolo. Skinner, riprendendo il dispositivo sperimentale di Thorndike, lo modifica in modo da farne un modello sperimentale conosciuto col nome di «gabbia di Skinner». Si tratta di una gabbia fornita di una leva e di un distributore automatico di cibo. L'esperimento è semplice. Si colloca un topo in una gabbia. Questi, nel corso del suo comportamento esploratorio, muove ca-

sualmente una leva e riceve immediatamente una «ricompensa» sotto forma di cibo. L'atto di premere sulla leva – che è definito in modo strettamente operativo – è chiamato da Skinner risposta, e la sua associazione a una distribuzione di cibo è interpretata come rinforzo. L'interesse di questo schema consiste nel fatto che si distacca dalle condizioni fisiologiche sottostanti, presenti invece nel caso del riflesso di Pavlov. Il legame risposta/rinforzo è arbitrario a queste due estremità, ma anzitutto questo tipo di condizionamento poggia su un'attività spontanea del soggetto sperimentato. In questo caso il soggetto non è piú strettamente reattivo, non subendo gli avvenimenti esterni come nello schema di Pavlov.

I due condizionamenti corrispondono a due precisi approcci dei fenomeni di comportamento. Il primo tende a chiuderlo nel quadro d'una riflessologia generale e il secondo nel quadro d'una sperimentazione sul comportamento in se stesso e non in rapporto al suo sostrato organico. In ogni modo, comune è la strategia epistemologica. In ambedue i casi si tratta d'una critica radicale dei metodi introspettivi e dei concetti mentalisti in vigore nella psicologia della seconda metà del secolo XIX. I loro lavori si situano direttamente nella linea di quelli di Fechner, Wundt o Binet. Si tratta di definire una psicologia sperimentale sulla base di reazioni organiche locali all'azione dell'ambiente, ossia di ridurre la psicologia ad uno studio limitato dei comportamenti e di comprendere questi ultimi, d'accordo col meccanicismo, come delle reattività locali. Passato questo stadio sperimentale di elaborazioni di schemi di comportamento semplici, si può allora ridurre ogni comportamento complesso (comprese le attività mentali) a una combinatoria finita di tali schemi. Tutta l'attività organica è un riflesso dell'ambiente circostante e, in quanto atto, è da lui modellata.

La psicologia «behaviorista» definita da Watson [1913; 1919] fa sua questa critica radicale del mentalismo e realizza compiutamente il progetto meccanicista nella sua comprensione dei movimenti organici come relazione tra un interno e un esterno. Per Watson l'elemento che fonda la psicologia come scienza è lo schema {stimolo→risposta} oppure {«S→R»}. Lo schema S→R è dunque uno schema di causalità lineare che tutta la tradizione psicofisica ha determinato come un movimento locale o di contiguità. Qualsiasi risposta complessa all'ambiente è la somma d'un'insieme di risposte semplici di cui ciascuna è causalmente associata ad uno stimolo semplice. La psicologia intesa come behaviorismo deve dunque mettere in luce tali atti individuali complessi ma tuttavia riducibili senza alcun resto alla somma delle loro componenti. La conoscenza degli atti psicologici (intesi come movimenti) avviene con la messa in relazione di «osservabili», cioè con la costruzione di leggi. Tali osservabili sono dei rapporti fra elementi che permettono di definire dei modelli di comportamento determinati da insiemi «variabili/invarianti». Queste relazioni oggettive sono esterne al soggetto che subisce l'esperienza e strettamente relazionali. Non v'è dunque una determinazione interna dei comportamenti poiché non vi sono stati interni che definiscano la coscienza. Tutti i fenomeni psicologici sono – nel senso cartesiano – «superficiali»: essi sono l'effetto di relazioni

esterne fra elementi. A partire da ciò, sarà possibile ricondurre ogni atto libero a un comportamento e ogni comportamento a una determinazione locale: si può dunque, secondo logica, mettere in luce una serie causale/lineare che va dal piú semplice al piú complesso. L'esterno è pertanto la causa originaria di qualsiasi attività vitale; la dualità orizzontale stimolo/risposta si riassorbe in una teoria dell'apprendimento che deduce ogni comportamento da un rapporto d'esteriorità.

A questo schema epistemologico rigoroso il neobehaviorismo apporta una riflessione sui limiti della malleabilità dell'organico nei confronti delle circostanze. La posizione dogmatica di Watson è criticata in nome del positivismo logico e dell'operazionismo. Cosí, per Hull e la sua scuola, il problema della coscienza non è risolto da uno schema d'esteriorità pura.

Si tratta d'un problema mal impostato che va risolto capendo le relazioni messe in luce nell'operazione stessa di sperimentazione. Non si eliminano gli stati interni, ma si controllano sperimentalmente le loro reazioni a situazioni sperimentali determinate. Esistono certamente delle determinanti interne del comportamento (come la fame, la paura, la ricerca del compagno sessuale, l'attività esploratoria, ecc.) determinanti la reazione sperimentale, ma la buona sperimentazione sarà esattamente quella che permetterà di far variare i fattori esterni a uno a uno e di controllare i cambiamenti interni come il piacere, il dolore o la noia. Si tratta, dunque, di un lavoro operativo sullo stesso schema S→R. Il neobehaviorismo, in particolare nell'opera di Tolman, porta a comprendere ogni comportamento non piú nell'istante, bensí nella sua insistenza organica. È in rapporto a una logica d'azione costitutiva del soggetto sperimentato che il comportamento appare come un'integrazione d'un insieme d'attività funzionanti per «prove ed errori», e non già una semplice giustapposizione immediata di movimenti locali. La «disposizione», contrariamente a quel che credeva Descartes, è piú funzionale che strutturale. Il comportamento come struttura definita va riportato al comportamento come dinamica interna d'azione. Nella sua dinamica globale, l'essere vivente è comprensibile solo in uno spazio di significati, ricondotto – cioè – al suo ethos. È solo rendendo al vivente la sua autonomia che si può distinguere tra comportamento patologico e comportamento non abituale.

2.1. L'organismo.

L'ethos. Per i Greci, vivere significa tendere verso un ideale di misura. È un atto di mediazione che tende a far rispondere fra di loro gli opposti e ad equilibrare i contrari. La giusta misura è realizzata allorquando il vivente si situa nel suo luogo naturale, cioè nel luogo della scomparsa delle tensioni. Lo spazio intermedio in cui si dispiega ogni attività vitale è un luogo di fragilità, di molteplici disaccordi possibili tra il vivente (compreso il vivente umano) e il suo ambiente. Ogni azione che si realizza tra questi molteplici squilibri possibili è una mediazione: essa è un «misto» fatto di misura e d'esercizio.

Ogni comportamento si riferisce a una giustizia assoluta che regge l'ordine

degli esseri. Tuttavia, nel momento in cui questa possibilità di giustizia temporale incomincia ad ignorare le circostanze, il comportamento manifesta un'ingiustizia, un atto arbitrario. La patologia, cosí, costituisce sempre una cattiva scelta, derivando per l'essere che la presenta da un'incomprensione della sua natura e dunque dei suoi limiti naturali: è un atto fuor di misura.

L'etica è la disciplina che si applica a questo spazio intermedio, mettendo in luce le regole comportamentali necessarie alla conservazione *ottimale* di questo fragile equilibrio nel mondo dell'azione. L'etica, secondo Aristotele, è inseparabile dal pensiero greco della vita.

La proposta fondamentale dell'etica aristotelica è che lo scopo di ogni atto è il bene, cioè la realizzazione d'uno stato d'autonomia. Quest'ultima si fonda su di un'isonomia. Per Aristotele, questo scopo è realizzabile nella sfera dell'azione: non si tratta, dunque, di un'Idea nel senso di Platone. Ogni azione deve essere intesa come una ricerca di felicità, come un accordo dell'essere realizzato con la sua natura, cioè col suo principio. Questa ricerca attiva consiste nel non oltrepassare i suoi limiti naturali e nel realizzare in tal modo l'equilibrio interno inteso come un'assenza di passione. Il piacere è l'effetto della realizzazione dell'atto e dunque il segno dell'equilibrio. La felicità è un benessere che consiste nel realizzare la propria natura. Esso è dunque funzione delle potenzialità dell'essenza, ma per realizzarsi richiede un *uso*. È per questa ragione che tale benessere si rivela nel dominio della pratica, poiché si tratta di mantenere attivamente quest'equilibrio costantemente teso verso la sua essenza, la sua attualizzazione. Quest'azione comporta un'usura, una stanchezza che si deve compensare in continuità.

In tal modo, le virtú – intese come regole di comportamento – sono delle disposizioni (ἕξεις) naturali o preferenziali. Tuttavia, per realizzarsi in accordo col principio naturale che le coordina, è necessaria l'abitudine (ἔθος), che realizza l'essenza nello spazio intermediario dell'azione.

Ogni comportamento abituale diventa abitudine solo attraverso il desiderio, il quale è mosso dal desiderabile, cioè dall'essenza che, per un essere qualsiasi, realizza la sua natura. È il desiderio che orienta lo spazio del comportamento a qualsiasi livello di condotta, assegnandogli un senso preferenziale. In tal modo, a livello teorico, l'atto è orientato dalla coppia affermazione/negazione; il senso dell'atto teorico è attribuito dalla opposizione univoca vero/falso. A livello pratico, lo spazio del comportamento è orientato dalla coppia desiderabile/indesiderabile. L'atto pratico è sotteso da due opposte possibilità: ricercare ed evitare. Al livello dell'atto teorico v'è un passaggio al limite dell'orientazione dello spazio vissuto. La natura umana è realizzata per mezzo dell'identità fra il pensiero che desidera e il desiderio che pensa. Questo passaggio consiste, al limite, nell'accedere del comportamento ad uno spazio retto dalla regola del terzo escluso. Uno spazio, cioè, in cui la negazione è rappresentabile e la contraddizione determinabile univocamente. Al di qua di questo spazio logico, tutti i comportamenti sono iscritti in uno spazio analogico dell'ordine del ricercare e dell'evitare.

In tal modo la prudenza, che è la virtú regolatrice di tutto il dominio pratico, è un comportamento strettamente analogico, in cui il terzo escluso non funziona veramente. Si tratta del comportamento regolatore del corpo vissuto: un bene (equilibrio) si oppone a molteplici mali (squilibrio). V'è ambiguità nella coppia ricercare/evitare (per esempio: io posso cercare di dissetarmi pur cercando di evitare altre numerose contrarietà che intervengono in altri comportamenti). V'è dunque passaggio analogico tra il buono e il cattivo, tra il desiderabile e l'indesiderabile.

La prudenza è dunque la virtú della giusta misura. Essa equilibra i differenti «modi d'essere» o «disposizioni funzionali» (come mangiare, bere, copulare, nuotare, volare, ecc.), limitando ciascuno di essi in se stesso e in rapporto a tutti gli altri per mezzo della regola del troppo e del troppo poco, ossia in base al criterio dell'ottimizzazione. La prudenza è essenzialmente attività di mediazione.

La prudenza, però, è inconcepibile senza l'abitudine, senza un apprendimento della buona scelta, dell'attività di regolazione. Questo apprendimento «interno» è possibile solo per mezzo dell'incontro delle disposizioni a realizzare tale o talaltro atto con le circostanze nelle quali si realizzano questi atti. Il punto d'equilibrio, per un essere vivente – vale a dire il luogo a partire dal quale tutti gli atti acquistano il loro senso – è un giusto mezzo fra la sostanza e le circostanze.

L'organizzazione e l'ambiente. Il concetto d'organizzazione realizza una critica della comprensione organica della vita, che è rigorosamente strutturale. Questo lavoro critico trova la sua prima espressione nell'opera di Kant. Il modello tecnologico è criticato in quanto presuppone una teoria della causalità troppo povera per gli esseri viventi: gli schemi di causalità lineare. Bisogna invece porre la reciprocità della causa e dell'effetto per comprendere un essere vivente come un essere organizzato e che si auto-organizza.

È stato Lamarck ad introdurre il concetto d'organizzazione, riducendo metodicamente ad esso la nozione di vita. Gli esseri viventi non sono piú descrivibili in termini di struttura o di superficie. Bisogna penetrare il loro spazio interno per comprendere la loro logica di funzionamento. L'organizzazione, cosí, non è piú una sostanza, bensí un insieme di relazioni interne tra funzioni che determina l'unità dell'essere vivente. Si tratta di uno spazio interno di autoproduzione. L'organizzazione è una durata e, inoltre, una riproduzione: essa può produrre un'altra organizzazione. Ma l'organizzazione, non potendo funzionare che in rapporto alla sua esteriorità, cioè alle sue circostanze, è pertanto un insieme di relazioni interne/esterne tra funzioni e circostanze. Ne deriva il principio metodologico per il quale bisogna studiare l'insieme di queste molteplici relazioni a partire dall'organizzazione piú semplice, cioè dal puro funzionamento.

Avendo definito il concetto d'organizzazione, Lamarck pone un problema che sconvolge la comprensione della vita: «Come quest'organizzazione, per delle cause qualsiasi di cambiamento, aveva potuto causarne altre meno semplici e dar luogo alle organizzazioni gradualmente piú complicate che si osser-

vano nell'ampiezza della scala animale» [1809, p. 39]. Si tratta d'un'ipotesi di lavoro: l'essere meno organizzato può trovarsi all'origine dell'essere piú organizzato? Per mezzo dell'osservazione si può scoprire un rapporto tra l'«impiego» d'un organo e l'organizzazione: «L'impiego continuo di un organo contribuisce al suo sviluppo, lo fortifica e perfino lo ingrandisce, mentre una mancanza d'impiego, divenuta abituale nei confronti d'un organo, nuoce al suo sviluppo, lo deteriora, e gradualmente lo riduce» [*ibid.*]. Se questa abitudine di comportamento continua per un tempo sufficientemente lungo, la trasformazione continua attraverso la generazione. Lamarck identifica nelle circostanze la causa del cambiamento: «Un cambiamento di circostanze, forzando gli individui d'una razza d'animali a cambiare le proprie abitudini, fa sí che gli organi meno utilizzati deperiscano a poco a poco, e che gli altri invece si sviluppino ed acquistino un vigore e delle dimensioni in proporzione all'uso che questi individui ne fanno abitualmente» [*ibid.*, p. 33]. Ogni cambiamento nelle circostanze provoca una reazione dell'organizzazione. Il fenomeno vivente è compreso come un rapporto tra due zone naturali: le circostanze e l'organizzazione. L'abitudine come mediazione tra queste due zone è formatrice di organi adattati alle circostanze. Per Lamarck v'è continuità di tutti gli aspetti dei movimenti animali: dai piú semplici, che non sono altro che il riflesso dell'attività dell'ambiente, fino ai comportamenti piú complessi, comprese le attività dello spirito.

Nello studio dei rapporti fra un essere vivente e il suo ambiente, Lamarck opera una chiarificazione concettuale decisiva. Al di là della diversità eteroclita di quel che la tradizione chiamava «circostanza», egli mette in luce un'unità profonda, essenziale ai fenomeni viventi, che attribuisce loro proprie attività specifiche. Allo stesso modo egli riconduce tutti gli aspetti fenomenici degli esseri viventi all'unità dei concetti d'organizzazione. A partire dalla sua opera sarà possibile comprendere la vita come un'interazione fra due ambienti, l'uno interno e l'altro esterno.

Sarà Comte [1830-42] che unificherà questa comprensione delle circostanze, proponendo una teoria generale dell'ambiente esterno. L'ambiente è l'insieme totale delle circostanze esterne necessarie all'esistenza di ogni organismo, e Comte vi pone in primo luogo i fattori strettamente fisici.

All'interno di questo spazio concettuale l'opera di Darwin prende tutto il suo senso. Prima di lui tutto il pensiero sulla vita è retto dall'idea d'armonia (anche Lamarck – che pure intende ogni essere vivente essenzialmente in situazione di crisi – pone un'armonia a regolare l'insieme dei rapporti fra tutti gli esseri naturali. Darwin, invece, rompe con l'idea d'un'Economia della Natura). Per Linneo, ad esempio, l'insieme delle relazioni fra gli esseri è stabilito da una giusta proporzione che è mantenuta dal comportamento degli animali. L'insieme delle relazioni comportamentali, e in particolare «la guerra di tutti contro tutti», è la regola che garantisce la stabilità immutabile della natura.

È quest'idea che Darwin criticherà definitivamente fondando due scienze: l'ecologia e l'etologia. Queste hanno come oggetto l'insieme delle relazioni fra gli esseri viventi e i loro ambienti fisici, e di quelle degli esseri viventi fra di

loro. Sono queste ultime relazioni che a Darwin sembrano decisive per spiegare la trasformazione generale delle specie, senza però che per questo le prime gli sembrino insignificanti in rapporto all'origine delle specie. Darwin accettava l'ipotesi di Lamarck dell'eredità di quanto è acquisito; tuttavia, a questa causa formatrice per impronta, aggiunge una causa di trasformazione per filtraggio delle differenze ereditarie tra gli individui. (Da qui il titolo d'un paragrafo del capitolo III dell'*Origin of Species*: *Rapporti tra organismi ed organismi*).

Partendo dall'idea di Linneo – ripresa da Malthus – d'una sovrappopolazione obbligatoria di tutti gli ambienti, egli giunge ad una conclusione opposta a quella di Linneo. La lotta generalizzata delle specie – dovuta piú ancora alla limitatezza del pianeta che alla limitatezza delle risorse – determina dei cambiamenti continui nell'insieme delle relazioni tra gli esseri viventi. Lo spazio di comportamento dei viventi è uno spazio attraversato dalla tensione incessante delle sue parti in conflitto fra loro, che provoca una progressiva irreversibilità temporale delle forme. Ogni idea di giustizia e d'armonia scompare per conseguenza dall'idea di natura. La natura darwiniana è un mondo d'incontri aleatori, di conflitti locali e di lotta generalizzata. In un tale contesto, dove situare un equilibrio stabile e immutabile?

Se l'idea di un tale equilibrio scompare, il concetto di «ambiente interno», introdotto da Bernard, permette invece di precisare le relazioni fra l'organismo e il suo ambiente. L'ambiente interno è l'espressione dell'equilibrio specifico dell'organismo, che lo differenzia dalle sue condizioni esterne. L'equilibrio biologico è essenzialmente elastico: esso tende a mantenersi malgrado i cambiamenti piú o meno bruschi che sopravvengono nell'ambiente esterno. Questa elasticità indica che l'organismo è composto d'un insieme di meccanismi di compensazione degli squilibri interno/esterno. Il vivente, dunque, crea un ambiente fisiologico specifico che avvolge i suoi organi pur essendo creato da essi. Cosí, per questo «ripiegamento» dell'organismo su se stesso, l'ambiente esterno ha sempre meno presa sul funzionamento del tutto.

Il ruolo dell'ambiente interno è duplice. Da un lato permette una circolazione fra tutte le parti dell'organismo, mantenendole in una compresenza che determina l'equilibrio specifico della vita; d'altro lato assicura un isolamento dell'organismo in rapporto alle fonti molteplici di squilibrio. L'ambiente interno esprime dunque la tensione fra due tendenze fondamentali per l'organismo: l'autonomia e l'apertura all'ambiente. Ma paradossalmente esso mostra che non vi può essere autonomia crescente che per mezzo di un'apertura sempre piú grande alle alee dell'ambiente.

L'omeostasi. Il concetto d'ambiente interno è stato generalizzato dalla fisiologia moderna sotto quello d'omeostasi proposto da Cannon. L'omeostasi designa l'insieme delle costanti fisiologiche che mantengono l'integrità delle strutture e delle funzioni dell'organismo. L'omeostasi è l'insieme dei meccanismi di regolazione delle variazioni fisiologiche. Si tratta dunque d'uno stato ottimale che non è mai raggiunto realmente ma verso il quale tendono tutte le azioni dell'organismo. Lo spazio di comportamento è sotteso dal principio

d'omeostasi che organizza i comportamenti tra due poli: piacere e dispiacere. Il comportamento che restaura l'omeostasi, e cioè il benessere, è gratificato dal piacere; di contro, la rottura dell'omeostasi si salda con un dispiacere che l'animale tenterà d'eliminare per mezzo di un comportamento appropriato. È questo asse piacere/dispiacere che orienta i due schemi di comportamento fondamentali: 1) dirigersi verso lo stimolo e dirigersi in senso inverso, 2) aggressione/fuga (e probabilmente, sul piano cognitivo, la coppia affermazione/negazione). Questi schemi d'opposizione condizionano tutti gli altri comportamenti situandoli in una dualità globale d'attualizzazione.

Il concetto d'omeostasi ha permesso di meglio capire come l'autonomia dell'organismo si realizzi per mezzo di una crescente apertura all'ambiente. Questo processo d'autonomizzazione crescente si realizza per mezzo d'una gerarchia di livelli d'organizzazione. Gli scambi tra l'organismo e il suo ambiente s'effettuano per mezzo della superficie dell'organizzazione la quale nel corso dell'evoluzione cresce in complessità. Ogni livello d'organizzazione può essere inteso come una zona d'interiorità/esteriorità relativa. Cosí, l'organizzazione non è una reazione a cause esterne bensí un insieme integrato di retroazioni.

Ciascuno di questi livelli d'organizzazione mette in opera una rappresentazione strutturale dell'informazione, cioè un insieme di stati compossibili, possedendo un'informazione potenziale, che va dal livello atomico al livello delle popolazioni biologiche. Ora, ai livelli atomici e molecolari, il passaggio tra due livelli (cioè la costituzione di molecole sempre piú complesse) avviene attraverso una *delocalizzazione* degli elettroni: «Tutto si svolge come se l'ordine elettronico che caratterizza gli atomi fosse trasferito ai sistemi poliatomici ove esso si trasforma in informazione specifica potenziale» [Atlan 1972, p. 237]. Non v'è dunque «passaggio» da un movimento *locale* a un movimento *globale* che si effettua per mezzo di un trasferimento d'ordine. Ogni livello è retto da una logica omeostatica o strutturale che definisce l'insieme degli stati possibili per questo livello d'organizzazione. Il passaggio da un livello omeostatico a un altro potrebbe allora essere compreso come una trasformazione di neghentropia in informazione.

Ogni livello è retto da una logica strutturale che fissa i limiti di possibilità di retroazione. Per fare variare questi limiti occorre una regolazione esterna che attribuisca una nuova informazione, che determini cioè delle nuove compossibilità di stati. Piú esattamente, gli esseri viventi sono dei sistemi autoregolatori in quanto gerarchizzati in livelli d'organizzazione. Di qui il ruolo primordiale della sfera del comportamento: è oltrepassando costantemente i suoi limiti omeostatici attraverso delle azioni comportamentali che l'organismo realizza un'autoregolazione.

La sfera del comportamento, in quanto espressione per ogni organismo del suo livello piú integrante d'organizzazione, è appunto retta da una logica di regolazione (od omeostatica). Ma non si può parlare di un'autoregolazione della sfera del comportamento, perché ciò significherebbe che i comportamenti sono regolati da una causa finale esterna. È questa la ragione per cui la sfera del comportamento è una realtà intermediaria, che attualizza l'insieme delle relazioni fra i livelli d'organizzazione che compongono un organismo e la sua esteriorità vera (quel che non è altro che rumore per l'organismo). I comportamenti sono strutturati dagli stati interni dell'organismo, operando cosí il trasferimento di una logica strutturale interna sulla realtà esterna. Essi sembrano dunque essere sia proiezione sia riflessione. Proiezione, in quanto la struttura dei comportamenti attribuisce necessariamente dei significati agli oggetti della sua esperienza; il che equivale a riconoscere che ogni vivente si manifesta in un mondo di valori che articolano i suoi comportamenti. Riflessione, perché ogni comportamento si staglia su un fondo di rumore, cioè di non-senso per la logica omeostatica che lo sottende. Si potrebbe allora dimostrare che gli schemi di comportamento strutturano (specificano) l'informazione potenziale liberata per mezzo di trasferimento d'ordine. Ciò equivarrebbe a riconoscere i loro limiti omeostatici indefiniti, di modo che la loro necessaria apertura al rumore permetterebbe al non-senso di diventare evento e all'evento di diventare segno.

Sembra dunque che si debba stabilire una relazione fisica tra i movimenti locali e gli atti dello spirito, ossia una relazione d'integrazione tra i microstati e ogni sistema di segni. La struttura globale del comportamento – il modo d'essere al mondo per una organizzazione – realizzerebbe l'attualizzazione costante dell'informazione potenziale; sarebbe questa, in particolare, che attribuirebbe al linguaggio la sua dinamica.

Nel quadro di una tale logica omeostatica, l'abitudine realizza una chiusura all'ambiente cosí da poter essere compresa come un rituale rassicurante, nel senso che i significati fanno progressivamente a meno del controllo dell'ambiente per far giocare solo la coerenza del sistema del rituale. Si può dunque concludere con Bertalanffy che ogni atto vitale autocreatore si situa al di là della logica dell'omeostasi. Tuttavia, il suo organicismo, pretendendo di fondare una teoria causale circolare dei fenomeni d'organizzazione, non giunge a compiere la sintesi tra i due aspetti dell'organizzazione: la sua storia o la sua durata e il suo aspetto di gerarchia d'organizzazione. L'approccio strutturale e genetico di Jean Piaget, definendo gli atti d'organizzazione come delle totalità in trasformazione per autoregolazione, sblocca la situazione concettuale per il fatto d'aprire il campo dell'azione sulla cibernetica, la teoria dell'informazione e la teoria dei modelli, permettendo di ripensare in tal modo i rapporti tra le relazioni di causalità fisica e le relazioni d'implicazione logica.

In particolare Ashby ha potuto costruire una macchina che simula meccanicamente la retroazione e la finalità. Di fatto, si deve notare che ogni riduzione d'un aspetto del vivente alla macchina è altrettanto una produzione della macchina da parte del vivente. Si tratta sempre di esteriorizzazione di strutture possibili dell'informazione biologica potenziale. Di fatto, la teoria contemporanea degli automi è cosí ricca in potenzialità solo perché si sintetizza sempre piú con la bionica. La «copia» degli esseri viventi diventa sempre piú fedele perché gli esseri viventi diventano dei modelli per la tecnologia. Si può pertanto constatare che la meccanizzazione crescente degli organismi corrisponde a una organizzazione crescente dei meccanismi, senza dar ragione a nessuna delle due teorie opposte.

La tendenza generale della simulazione degli esseri viventi è di fondarsi sempre piú su di un'integrazione delle macchine in livelli d'organizzazione. Il metodo analitico classico non è abolito ma è compreso come caso limite. La teoria dei modelli poggia sempre piú su di una costruzione per mezzo di metodi euristici. L'ideale analitico, infatti, è sempre valido, ma praticamente esso è inapplicabile e dunque cognitivamente senza interesse. Col metodo euristico v'è perdita di trasparenza della macchina per l'osservatore/costruttore. La macchina si sposta in uno spazio di significazioni, cioè di possibile informazione e non piú di semplice configurazione di stato di cosa o neghentropia. Essa prende un'autonomia in rapporto all'osservatore/costruttore e può cosí acquistare un'individuazione, come il perceptrone di Rosenblat, che interpreta il suo programma per strutturare il suo possibile riconoscimento delle forme. Tuttavia gli automi cibernetici, se simulano sempre meglio l'insieme degli atti di retroazione degli organismi, non sono ancora che delle «immagini», cioè dei simulacri dell'interiorità dei loro costruttori. Se essi possono strutturare uno spazio autonomo di significazione, è solo per il valore che i loro costruttori gli attribuiscono. L'atto valorizzante oltrepassa ogni logica omeostatica.

Per riassumere quel che si viene dicendo, si può dunque comprendere il comportamento come reazione, come retroazione e come azione. Se v'è passaggio fra queste tre forme d'atto, solo l'ultima sfugge alla logica omeostatica ed è per suo mezzo che le altre due sono possibili.

3. *Genesi del comportamento.*

Una volta che la cibernetica sia definita come l'«arte di rendere efficace l'azione», e dunque come logica omeostatica, si deve stabilire una dualità assoluta fra logica cibernetica e logica estetica. Dal punto di vista cibernetico la regressione e la progressione strutturale sono deducibili, ma ogni trasgressione strutturale è un non-senso. Come si può, allora, render conto del passaggio logico tra i differenti livelli d'organizzazione, ossia del passaggio tra il locale e il globale? E ancora: una logica strutturale può render conto della sua morfogenesi?

Nel paragrafo precedente si è cercato di mostrare che un'informazione strutturale è sempre un'immagine d'un'informazione potenziale che consente il passaggio tra differenti livelli d'organizzazione. L'organizzazione è riducibile a una struttura, cioè a una disposizione? Oppure per render conto delle sue trasformazioni bisogna far ricorso a un atto di messa a disposizione, cioè – nel senso esatto – a una creazione? La produzione dell'organizzazione è riducibile alla sua riproduzione, come immagine della sua logica, o la si deve comprendere nella sua stessa genesi? Essa è dunque l'imitazione d'un logos come schema o l'immaginazione d'una realtà trascendente?

Si viene in tal modo rinviati a un'interrogazione del comportamento (in quanto schema o idea, cioè espressione spazio-temporale): 1) come imitazione, 2) come produzione, 3) come transduzione.

3.1. Innato/acquisito.

Epigenesi e comportamento. L'opera di Lamarck e quella di Darwin non sono l'espressione di due teorie dell'evoluzione opposte (contrariamente a quanto si sostiene generalmente), bensí sono complementari. I loro oggetti sono nettamente separati ed è pertanto vano cercare d'attaccare l'una in nome dell'altra.

Lamarck fonda la biologia, Darwin l'etologia e l'ecologia. Come si è già cercato di mostrare brevemente in questo articolo, tutta l'opera di Lamarck è una riflessione sul concetto d'organizzazione e la possibilità d'autoproduzione dell'organizzazione, una ricerca, insomma, delle leggi d'integrazione e di differenziazione biologica. Il suo testo, del resto, è ambiguo. O la trasformazione dell'organizzazione è dovuta a questa autoproduzione come causa, oppure essa è dovuta alle variazioni incessanti dell'ambiente che comportano dei cambiamenti d'organizzazione. (E ancora una volta in quest'ultimo caso Lamarck non è chiaro nel definire se si tratta di un calco puro della struttura o di un'azione di riorganizzazione). Andrà comunque constatato che quest'ambiguità assicura il dinamismo di tutta la biologia. Darwin accetta interamente questa possibilità duale e spiega la causa delle piccole variazioni ereditarie, talora come d'origine interna all'organismo, talaltra esterna, cioè attraverso l'eredità di ciò che è acquisito. Le intenzioni di Lamarck sono differenti: egli mostra che sono i rapporti esterni all'individuo – e dunque la sua integrazione etologica ed ecologica – ad essere determinanti per la trasformazione dell'organizzazione. Si tratta di una reale causalità, efficace ma occasionale.

A partire dalle loro due analisi complementari, il vivente si presentava come una mediazione tra un'integrazione/differenziazione interna e un'integrazione/differenziazione esterna. Tutto il problema consisteva nel far convergere i due approcci attraverso uno schema d'interazione causale in una teoria generale dell'organizzazione. Di fatto, lungi dal dirigersi verso questa necessità epistemologica, il lamarckismo e il darwinismo si sono costituiti in scuole irrimediabilmente opposte che sembrano quasi la caricatura delle costruzioni geniali dei due naturalisti.

Per il neolamarckismo la causa è univocamente la circostanza. L'ambiente è la sola realtà ed è compreso come spazio continuo in cui ogni morfologia non è che una concentrazione locale e anonima. La formazione di un essere si riduce alle condizioni dell'ambiente. Non v'è piú organizzazione, ma sostanza, e quest'ultima non ha alcuna efficacia, non essendo che una concentrazione momentanea dell'energia ambiente. Si può dire che in rapporto a questo spazio assoluto ogni morfologia è una deformazione. Ecco come un neolamarckiano «comprende» l'organizzazione degli esseri viventi e i rapporti interno/esterno: si tratta di «talune specie d'unità che chiamiamo esseri viventi, che designamo a parte come se essi avessero veramente un'esistenza propria, indipendente, mentre non hanno alcuna realtà isolata e possono essere solo in rapporto assoluto e permanente con l'ambiente circostante di cui essi sono una semplice concen-

trazione locale e momentanea» [Houssay 1920, p. 47]. È l'autonomia dell'organizzazione che viene qui totalmente negata.

Al contrario, per il neodarwinismo la causa è univocamente la sostanza, compresa, quest'ultima, come la sostanza ereditaria che forma i cromosomi ed è specifica della specie. Una variazione in questa sostanza, considerata come una mutazione aleatoria, comporta una variazione nella specie. La morfologia non è che la somma di queste variazioni accumulate filogeneticamente. Le circostanze operano una scelta meccanica di queste variazioni per selezione naturale. In ciò, però, non si può vedere una causa, bensí nient'altro che un'occasione. Le circostanze non hanno integrità, non sono, in fondo, che serie disorganizzate di alee. In questo caso ancora ogni morfologia non è altro che una deformazione, ma questa volta d'un sostrato iniziale. Non v'è piú nessuna possibilità d'autonomia dell'organizzazione.

Le due posizioni diametralmente opposte non sono sostenibili. Tutta l'originalità dei fenomeni viventi è eliminata. Essi hanno perso la loro identità globale in quanto organizzazione: l'integrazione è un semplice fenomeno *risultante*; la regolazione è un effetto; l'informazione è una condizione minimale; la significazione è un non-senso; la trasformazione una somma di alee; la produzione, una semplice riproduzione. L'organizzazione è un concetto vuoto. La morfogenesi è un effetto della morfologia e quest'ultima un effetto della morfostasi.

Solo da poco il problema lamarckiano è stato ripreso, nel quadro d'una morfologia generale delle forme e dello studio matematico della morfogenesi. Il superamento critico delle due opere, e dello sterile dibattito innato/acquisito, si è realizzato attraverso una quantità considerevole di lavori in tutte le discipline e soprattutto per mezzo della costituzione di una scienza dell'eredità: la genetica. Attraverso una serie di critiche epistemologiche all'interno dello schema darwiniano, si giunge, oggi, a una nuova concezione dell'evoluzione in cui l'organizzazione e l'ambiente sono nuovamente situati sempre piú nella loro interazione formante, informante e trasformante.

La genetica classica stabilisce una relazione di causalità semplice, lineare e univoca tra il gene e il carattere. Il genoma è la somma dei geni che formano il sostrato ereditario. La morfologia globale è la somma dei caratteri ereditati e invarianti. La mutazione opera unitariamente sul gene e lascia indifferente il resto morfologico. Si tratta, dunque, d'una semplice deformazione. Si giunge in tal modo a una dualità concettuale: da un lato il genotipo indica la somma dei caratteri d'una «stirpe pura», dall'altro il fenotipo indica la somma dei caratteri osservabili, determinati dal genotipo e realizzati nell'insieme degli ambienti possibili. A livello operativo, si tratta di due concetti univoci di cui uno definisce la sfera dell'innato, l'altro la sfera dell'acquisito, e ciò per il fatto che essi posseggono dei limiti sperimentali stretti e non sono altro che delle condizioni ai limiti, come per esempio quelli formulati dalla legge di Hardy-Weinberg. La teoria mutazionista infatti non considera 1) l'organizzazione del genoma preliminare ad ogni mutazione, 2) l'organizzazione che definisce ogni biotipo, 3) l'interazione fra queste due organizzazioni, ma stabilisce una riduzione possibile dei macrofenomeni a una somma di microstati, ognuno dei quali compreso come elemento ereditario.

A partire da questa affermazione, gli studi si sono orientati sempre piú verso l'importanza dei livelli d'integrazione funzionanti attivamente fra i due livelli originari determinati dalla genetica, permettendo cosí di prendere in considerazione dei fenomeni complessi di regolazione a ciascun livello delle variazioni sia genotipiche sia fenotipiche. Ciò apriva tre strade di ricerca interagenti. Il genoma stesso tende ad essere compreso sempre piú come un insieme relazionale retto da leggi globali di regolazione. Un modello recente [Britten e Davidson 1969] propone perfino dei livelli d'integrazione all'interno del genoma permettendo per interazione e regolazione tra livelli la combinazione autocontrollata di «batterie di geni», combinazione piú o meno complessa secondo i gradi di complessità dei dinamismi strutturali o funzionali da generare.

D'altra parte, lo sviluppo dell'ecologia ha permesso di comprendere l'ambiente come un'organizzazione complessa, formata da livelli d'integrazione ognuno dei quali possiede delle logiche di regolazione specifiche ed interagenti con l'individuo e con la specie a piú livelli di causalità. La selezione non può piú essere intesa come un fattore univoco bensí come il risultato dell'interazione tra questi differenti livelli. Infine, i progressi dell'etologia hanno costretto a riconoscere l'attività originaria dell'organismo sul suo ambiente. L'organismo non subisce passivamente il suo ambiente e le variazioni che vi si presentano, ma tende a ristabilire attivamente la sua omeostasi globale per dei comportamenti adattati al nuovo ambiente; e ancora, esso trasforma il suo ambiente per mezzo di molteplici attività, dalla semplice esplorazione che amplia i limiti del territorio e permette all'animale una ricognizione della sua nicchia ecologica, fino ad attività di costruzione o di riunione sociale tali da permettere di regolare attivamente l'ambiente. L'animale non attende il cambiamento esterno o interno; ogni trasformazione dei rapporti organismo/ambiente è dovuta essenzialmente ad un cambiamento di comportamento: «Appare evidente l'importanza del comportamento nel dare inizio a nuovi eventi evolutivi. Le specie sorelle, nonostante la loro somiglianza morfologica, presentano spesso notevoli differenze di comportamento. Moltissimi spostamenti in nuove nicchie ecologiche non si accompagnano, in un primo momento, a modificazioni strutturali. Dove però si sviluppa una nuova abitudine, presto o tardi ne consegue un rafforzamento strutturale» [Mayr 1963, trad. it. p. 662].

Il primato logico e funzionale del comportamento sulla struttura permette di giungere alla conclusione di una origine locale e quasi individuale del nuovo comportamento. La selezione e la mutazione non sono piú delle azioni brutali ma un doppio gioco di «pressioni» che obbliga l'organismo a trovare delle «risposte» nella norma di reazione specifica e anche ad anticipare delle «domande». Il comportamento appare dunque, in tal caso, come un'attività ai limiti dell'organismo, ossia ai limiti del suo campo di possibilità.

Di qui, il rinnovato interesse per i processi d'epigenesi, specialmente per l'elaborazione concettuale e sperimentale di Waddington. Egli intende la produzione di ogni nuovo individuo come un'epigenesi reale che s'effettua con

l'interazione costante fra l'organismo e il suo ambiente, e questo dalla fecondazione fino all'omeostasi finale (cioè lo stato adulto). Waddington definisce *omeoresi* questo processo globale di canalizzazione delle deviazioni verso lo stato finale. L'equifinalità del sistema si realizza attraverso un insieme di creodi o di traiettorie epigenetiche necessarie; come se lo sviluppo passasse attraverso degli stadi (a somiglianza di «strozzature», forzando in tal modo un confronto dei differenti creodi) in cui tutte le strutture e le funzioni differenziate fossero «rimesse in questione» da un confronto ad immagine dell'organizzazione totale finale. Si tratta di un momento ultrastabile in cui un nuovo livello d'integrazione assicura un nuovo tipo di controllo della differenziazione, cioè di una reintegrazione nel senso di Weiss, e dunque di un'autoregolazione. L'omeoresi si effettua pertanto attraverso livelli d'integrazione che regolano i meccanismi di retroazione secondo regole omeostatiche sempre piú complesse. L'epigenesi – in quanto processo d'individuazione – si realizza attraverso scelte strutturali e funzionali nell'insieme dei possibili determinati dalla norma d'organizzazione della specie. Piú l'epigenesi è lunga, piú il comportamento influisce sulla formazione dell'individuo. Dato che le specie evolute richiedono una maturazione sempre piú lunga, l'ambiente sociale costituisce un vero «guscio» comportamentale protettore del giovane e, nel contempo, informatore.

Questa comprensione dell'epigenesi è particolarmente illustrata dai lavori di Changeux e Danchin [1974] sulla strutturazione del cervello. Questa non può essere programmata geneticamente in dettaglio (si contano piú di 10^{14} contatti sinaptici nel cervello umano). Riflettendo a livello d'organizzazione della cellula, o di un insieme limitato di cellule, Changeux e Danchin dimostrano che l'apprendimento si effettua per «stabilizzazione selettiva» delle sinapsi in corso di sviluppo. L'informazione è potenziale a livello delle possibilità operatorie dell'organizzazione finale. La realizzazione globale del cervello si realizza per mezzo della stabilizzazione di strutture neuroniche secondo l'interazione interno/esterno. L'apprendimento si effettua dunque tramite una scelta di percorsi nervosi in un insieme di possibili strutturali. Questa attualizzazione di strutture che si effettua per mezzo di processi di stabilizzazione è irreversibile. Secondo Changeux e Danchin sembra si debba concludere «che le potenzialità delle strutture, come delle funzioni, siano piú vaste ad una tappa data dello sviluppo, prima della maturazione che dopo. Lo sviluppo embrionale presenta un numero elevato di combinazioni per le vie nervose. La maturazione comporta una diminuzione di questo numero» [1974, p. 329]. Per riprendere un'espressione di questi autori, non v'è un determinismo genetico, bensí un'«inclusione genetica». Le potenzialità delle specie formano un *limite* che determina le norme d'organizzazione della specie, o norme di reazione. Ma questo limite, essenzialmente equivoco, «al di là del quale il determinismo genetico sembra non esistere piú» [*ibid.*, p. 325], è esso stesso sotto controllo genetico. L'organizzazione appare dunque – cosí come indicato fin dall'inizio di questo articolo – come atto di delimitazione.

La trasformazione dell'organizzazione non corrisponde dunque piú a una scomparsa dei vincoli genetici nel corso dell'evoluzione, bensí a un'estensione

del campo di possibilità delimitato dal genoma, in una parola, come si viene qui mostrando, a un'autoregolazione. Quest'estensione non è cumulativa; sembra che si tratti piuttosto della potenzialità di combinare le situazioni possibili, e dunque che la trasformazione dell'organizzazione si effettui con un'apertura alle interazioni possibili con l'ambiente, ovvero con un'estensione del campo dei comportamenti. Per definire allora la nozione di comportamento, si deve cercare di considerarla nel suo rapporto con l'ontogenesi e con la filogenesi, in modo da comprendere il suo ruolo epigenetico, ossia morfogenetico.

Ontogenesi del comportamento. L'ontogenesi è un rapporto fra arrangiamenti specifici che giocano a ciascuno dei suoi livelli ed un esercizio costante di funzioni e di strutture «predisposte». Tutto ciò è stato chiaramente esposto da Lamarck [1809, libro II]: il comportamento assicura il «passaggio» tra la filogenesi e l'ontogenesi. Lo studio dell'ontogenesi del comportamento è connesso a problemi molto complessi in cui lo schema S→R non ha molto piú senso dello schema innatista «gene→carattere». Il numero delle variabili in gioco oltrepassa la possibilità di riduzione a uno schema analitico semplice (l'ontogenesi è funzione della specie, dello stato interno dell'omeostasi, dello stato di maturazione dei recettori e degli organi motori, del passato individuale, dell'ambiente, della sociabilità, dell'educazione, dei genitori, ecc.). Non si tratta, dunque, d'una riproduzione pura e semplice dell'ambiente, o di genoma specifico (innatismo), ma si deve riconoscere in ogni ontogenesi una reale *produzione* d'un essere autonomo.

Lo studio dell'ontogenesi è importante per la comprensione del comportamento. Nel corso dell'ontogenesi, infatti, l'animale vive in mondi differenti, sia al livello sensorio sia a quello motorio. Nelle specie che subiscono delle metamorfosi, la sfera del comportamento è molto differente a seconda degli stadi. Molte larve vivono in un mondo che non ha niente in comune con quello della forma finale (per esempio, acquatica o aerea). I comportamenti larvali scompaiono con la metamorfosi. Tuttavia, malgrado questa discontinuità globale, si è potuta mostrare una continuità dell'apprendimento: cosí, alcune larve di vermi di farina addestrate in un labirinto a forma di T hanno mostrato allo stadio «imago» una memorizzazione dell'addestramento. Nel caso di vertebrati superiori, anche se non si notano tali discontinuità globali, è stato possibile mettere in evidenza tappe d'integrazione della sfera di comportamento.

Una differenza di questo tipo, fra il mondo adulto e il mondo giovanile, è sempre piú sottolineata nel corso della filogenesi. Per tutte le specie superiori, il giovane vive in un ambiente controllato dalla specie che gli impedisce una strutturazione troppo rapida. Trovandosi l'omeostasi assicurata per altre vie, il giovane potrà effettuare delle ripetizioni di condotte neutre in rapporto alla selezione. In tal modo, si rende possibile la regolazione di sequenze di comportamento progressivamente piú difficili, tali da combinare schemi differenti (per esempio, la combinazione di un comportamento motorio e d'un'attività sensoriale porta a un orientamento verso lo stimolo di scatto). Inoltre, questa omeostasi «sociale» permette un'assimilazione aleatoria di avvenimenti non si-

gnificanti o meno significanti che consentono la stabilizzazione degli oggetti-stimolatori di scatto in significanti. Ed è quanto mostrano chiaramente gli esperimenti di ambiente arricchito sui topi: piú l'ambiente è ricco, piú la sfera di comportamento dell'adulto sarà plastica.

Il tempo d'immaturità è compensato dal fatto che la società prende a suo carico l'individuo giovane, permettendogli in tal modo di sviluppare schemi di comportamento complessi e di «scoprire» il suo ambiente specifico.

Un esempio della costante interazione tra i fattori di maturazione e d'apprendimento è dato dal riflesso pupillare negli uccelli (destinato a valutare la funzione visiva), che sembra in relazione con la maturazione del sistema motorio e della termoregolazione; nelle specie per le quali il piumaggio (fattore di termoregolazione) e le attività motrici sono tardive, la visione si sviluppa molto tempo dopo la nascita; al contrario, nel caso dell'anatra, che ha uno sviluppo precoce, la vista incomincia prima dello schiudersi dell'uovo. Le possibilità d'apprendimento saranno dunque molto differenti nei due casi, dal punto di vista cronologico. Il grado di maturazione può anche avere degli effetti «anacronici» nello svolgimento logico dei comportamenti. Cosí, la maggior parte degli uccelli ha dei comportamenti dell'epoca della deposizione delle uova seguiti da comportamenti di covatura. Tuttavia, nei pinguini la tardiva maturazione sessuale capovolge il rapporto: l'uovo appartiene alla collettività ed è covato da un qualsiasi animale. D'altro canto, se un animale molto socializzato è allevato nell'isolamento, e pertanto è privato di possibilità di dialogo, le sue possibilità specifiche d'apprendimento subiranno un calo catastrofico. Allo stesso modo, l'allevamento di giovani d'una stessa specie in ambienti poveri di stimoli, neutri oppure arricchiti, comporterà differenze notevoli nelle capacità d'apprendimento.

L'apprendimento è un processo che si realizza sempre attraverso un'interazione organismo-ambiente. Negli esperimenti d'apprendimento di tipo S→R quel che viene chiamato ambiente è di fatto una caricatura d'habitat possibile che rende l'animale quasi totalmente dipendente dall'ambiente sperimentale. E, ancor piú, negli esperimenti del tipo «gabbia di Skinner», l'animale acquisice un comportamento nuovo sulla base di uno schema globale di comportamento: l'esplorazione sistematica dell'habitat. Il comportamento locale appreso non è altro che il risultato d'una differenziazione di uno schema globale molto ricco in potenzialità. Infatti, la gabbia di Skinner permette all'animale soltanto di realizzare la variante acquisita. In questo tipo d'apprendimento, gli sperimentatori notano spesso delle differenze individuali di capacità d'apprendimento da cui si inferiscono differenze di possibilità operativa (anche se tali differenze possono essere attribuite a mancanza d'interesse dell'animale per l'esperimento!)

L'animale – lasciato a se stesso in un labirinto senza obblighi né sanzioni – apprende la configurazione di questo habitat artificiale malgrado l'assenza di qualsiasi dispositivo di rinforzo. Le condizioni di laboratorio traggono infatti in inganno l'animale, mettendo in movimento uno squilibrio omeostatico profondo che polarizza i comportamenti su *uno* stimolo. Tutti gli altri schemi di

comportamento sono «attratti» dalle attività di retroazione a questo stimolo. Una tale condizione esterna è quasi del tutto impossibile in una situazione naturale. Le esperienze di isolamento costituiscono le condizioni piú semplici per osservare il grado di innatismo dei comportamenti; alcuni uccelli allevati in isolamento completo presentano i canti tipici delle loro specie; altri uccelli allevati da un'altra specie produrranno malgrado ciò i canti della loro propria specie. Ma questa non è una regola generale; talune specie, infatti, raggiungono la forma definitiva del loro canto solo alla prima primavera, oppure – come il canarino – ritrovano ad ogni primavera la possibilità d'apprendere delle nuove varianti dei loro canti. Sembra che dei meccanismi di scatto innati entrino in funzione solo in precisi momenti dell'ontogenesi. Cosí, quando si isolano delle scimmie *Rhesus* fin dalla nascita in gabbie in cui vengono regolarmente proiettate immagini di scimmie e immagini neutre, le scimmie preferiscono le immagini dei congeneri e particolarmente di un adulto minaccioso. La scimmia adotta spontaneamente, nei confronti di queste immagini, comportamenti sociali come, per esempio, l'invito al gioco. Ma verso i due mesi e mezzo queste giovani scimmie isolate sono prese dal panico alla vista dell'adulto minaccioso. Esse riconoscono, dunque, in modo innato, l'atteggiamento di minaccia, ma questo riconoscimento sopravviene solo dopo un periodo di maturazione.

Gli esperimenti d'isolamento sono stati molto criticati dagli ambientalisti; Lehrman, ad esempio, sostiene che il problema essenziale non è quello di sapere se l'animale è isolato ma da che cosa è isolato: l'isolamento, infatti, è sempre un'astrazione operativa; non v'è mai assenza di ambiente, altrimenti si avrebbe la morte; non si tratta, dunque, che di esperimenti di privazioni molto intense. Degli animali isolati possono realizzare l'«impressione» su elementi del loro ambiente d'allevamento come la mangiatoia o l'abbeveratoio; giunti a maturità sessuale, preferiranno questi oggetti a compagne della loro specie. Sono anche stati messi in evidenza fattori di autostimolazione o autoimpregnazione. Cosí, anche in assenza di un congenere, il pulcino acquisisce delle stimolazioni suscettibili di mettere in movimento dei meccanismi di scatto a partire dal suo corpo; adulto, questo pulcino avrà tendenza ad accoppiarsi con compagni a lui simili ed a copulare in posizione inversa.

Taluni comportamenti sembrano spontanei fin dalla nascita. Per esempio, il pulcino becchetta appena uscito dall'uovo. Ma un partigiano dell'ambientalismo, Kuo, ha tentato di mostrare che si trattava di un comportamento acquisito nell'uovo per mezzo del ritmo cardiaco che solleva ritmicamente il becco del feto. Anche se questa ipotesi fosse esatta, occorrerebbe spiegare perché la maggior parte degli altri uccelli, sottoposti nell'uovo alla stessa condizione, non si comportano allo stesso modo. Per Kuo, il comportamento di un organismo è un fatto passivo. Il comportamento di un animale o di un uomo in una situazione data dipende dalla maniera in cui è stato allevato e dal modo in cui è stato stimolato. L'allevamento in comune di topo e gatto mostra l'assenza del rapporto predatore-preda. Kuo giunge alla conclusione che questo rapporto è appreso; Eibl-Eibesfeldt [1966] fa notare infatti che i gatti non hanno per questo perso il loro comportamento di predatore nei confronti di altre prede o addi-

rittura nei confronti di altri topi: la sola cosa cambiata è l'oggetto suscettibile di far scattare il comportamento.

Sembra, dunque, che disposizioni specifiche – determinate dal genoma – informino il comportamento. La genetica del comportamento ha appunto lo scopo di definire i rapporti di determinazione dei comportamenti per mezzo del genotipo. Cosí è stato possibile dimostrare delle relazioni fra un gene e un comportamento specifico; per esempio, una specie di piccioni, detta *feed-blind*, ha un comportamento simile per ogni aspetto agli altri piccioni ma non sa becchettare; per mezzo di classici esperimenti d'ibridazione alla Mendel è stato possibile dimostrare il carattere monogenico di questo comportamento. Tuttavia, in questo caso, si dovrebbe parlare non tanto di un comportamento, quanto piuttosto di un'anomalia in uno schema di comportamento. La maggior parte dei comportamenti è infatti sottomessa al controllo di parecchi geni. È noto, per esempio, un caso particolarmente suggestivo di ibridazione; taluni ceppi di larve di api sono molto vulnerabili ad una malattia, altri vi fanno fronte per mezzo di un comportamento efficace; una volta identificate le larve contaminate, disopercolano gli alveoli contaminati e le eliminano dall'alveare; in tal modo, il rischio di contaminazione è considerevolmente ridotto. Per ibridazione fra un ceppo «igienista» e un ceppo «non-igienista» si ottengono quattro tipi di comportamento ripartiti in quarti della popolazione; il che conferma che il comportamento igienista dipende da due geni portati da coppie di cromosomi differenti: 1) un quarto delle api non ha nessun comportamento di «pulizia»; 2) un quarto si limita ad aprire gli alveoli; 3) un quarto ritira le larve solo se l'alveolo è aperto dallo sperimentatore; 4) un quarto presenta il comportamento igienista completo. Lo studio delle ibridazioni nel dominio dei comportamenti ha mostrato che non vi era reale dominanza genetica, bensí ritorno a un comportamento parentale in conseguenza di ripetuti scacchi che si erano verificati nell'effettuare un comportamento intermediario.

L'ontogenesi del comportamento incomincia fin dallo stato embrionale. Gli studi di embriologia del comportamento mettono in luce anche in questo caso una dualità di fattori. Coghill fin dal 1929 ha potuto mostrare che un comportamento si fonda necessariamente su un'attività spontanea del sistema nervoso centrale. In tutte le specie studiate (vertebrati e invertebrati) l'embrione manifesta un comportamento autogeno: i movimenti motori sembrano precedere qualsiasi stimolazione sensoriale. Sembra dunque che la funzione appaia in sistemi nervosi incompiuti e che essa abbia un ruolo nella maturazione. Il problema è di sapere se questa motricità spontanea è portatrice di piú d'una funzione di facilitazione della maturazione o anche di un ruolo d'induzione nell'epigenesi. Si è d'altro canto certi della capacità funzionale dei differenti sistemi sensoriali dell'embrione. Sembra che vi sia realmente influenza dell'ambiente sull'embrione e che quest'influenza possa essere durevole cosí da provocare dei disordini di comportamento in caso di stress prenatale; embrioni di pulcino stimolati, quarantott'ore prima dello schiudersi, dalla emissione di grida materne, si dirigono – una volta schiusi – verso il grido familiare piuttosto che verso gli altri rumori.

Lo studio dell'attività postnatale mette in evidenza l'importanza del perfezionamento nella realizzazione d'uno schema comportamentale ereditario. Eibl-Eibesfeldt ha mostrato che nello scoiattolo la rottura delle noccioline dipende da una tecnica molto precisa, ma che questa tecnica deve essere sperimentata e dominata dopo un periodo di inettitudine durante il quale l'animale rosicchia la nocciolina da ogni lato e cerca di romperla facendo leva coi suoi incisivi; l'animale, poi, concentra i suoi sforzi sulla parte piú larga della nocciolina e rosicchia parallelamente alla direzione della fibra. Infine, scava un solco verso l'alto e, se occorre, un altro verso il basso, e introducendovi i suoi incisivi fa leva in modo da rompere il guscio in due. Quest'abilità tecnica comporta d'adattarsi alle varietà delle fibre di ciascuna nocciolina, poiché la molteplicità delle forme incontrate richiede differenti tecniche per controllare il problema e, dunque, un adattamento individuale [Eibl-Eibesfeldt 1966].

Il problema piú misterioso dell'ontogenesi del comportamento è quello dell'innovazione e dell'assimilazione da parte del gruppo di un nuovo comportamento. I topi mostrano delle trasmissioni locali di comportamento di questo tipo. Cosí, quando si pone un'esca avvelenata d'un tipo nuovo, solo pochi topi l'assaggiano in dosi non mortali. Gli altri membri del gruppo ricevono le indicazioni di questi «innovatori» ed evitano l'esca. Si stabilisce in tal modo una tradizione locale e taluni tipi di esca vengono abbandonati in tutto un quartiere della città, e ciò per parecchie generazioni [*ibid.*]. Di fatto, sembra che tali atti d'innovazione nel comportamento debbano necessariamente sfuggire all'osservazione. Tuttavia, se ne conosce un esempio particolarmente impressionante. Dal 1952 si tiene sotto osservazione un gruppo di macachi nell'isola di Koshima. Questi animali erano nutriti con patate dolci. Un giorno, si notò una femmina che lavava le sue patate. Questo comportamento «inventato» si diffuse nel gruppo familiare, poi a tutto il gruppo e fece parte dell'educazione dei giovani. Meglio: si notò che le scimmie lavavano queste patate con acqua di mare e poi le mettevano sistematicamente a mollo quasi volessero «condire». È certo che l'innovazione individuale svolge un grande ruolo nell'evoluzione, ma è ugualmente certo che le possibilità per la specie di riproduzione di questa innovazione sono favorite nelle specie superiori nelle quali la trasmissione sociale ha tendenza a sostituire la trasmissione genetica.

Le raccolte di fatti compiute dall'etologia permettono una conclusione generale di rifiuto delle due tesi concorrenti. L'informazione degli schemi di comportamento non proviene univocamente né dal comportamento né dal genoma; è solo in un'interazione dei due fattori che si realizza il processo globale d'individuazione dei comportamenti ed è solo operativamente che queste tesi sono sostenibili. Cosí, l'insieme dei fatti messi in evidenza per giustificare la tesi dei tropismi è stato prodotto sulla base di un metodo fondato interamente su «dati» di laboratorio. Loeb, volendo rompere con gli approcci «spiritualisti» degli animali, si propone di osservare non già «quel che pensano» ma «quel che fanno». Per questo, egli si fonda però su comportamenti di laboratorio, rudimentali e quasi-vegetativi. Egli può cosí stabilire una definizione strettamente meccanicista delle attività dell'animale, come riflesso dell'ambiente. (I

risultati non sono appunto altro che il «riflesso» delle procedure sperimentali. In laboratorio, il soggetto è privato del suo *habitus*, cioè di tutti i suoi punti di riferimento significanti). L'animale si orienta dunque nell'incognito e in un modo strettamente aleatorio, trovandosi collocato in un mondo che non è altro che rumore. L'organizzazione di questi comportamenti riflette il disordine esterno. Egli si dirigerà verso i (oppure, sfuggirà ai) soli parametri a lui noti e che si distinguono dal fondo, con tanta piú forza quanto piú l'ambiente è insignificante. Sarà dunque possibile osservare un'attività pseudoipnotica di tali soggetti – che, di fatto, non hanno molto di soggettivo, tanto essi sono alienati da un ambiente privativo. E questo spiega molto bene il rilievo attribuito a comportamenti meccanici antiteleologici, come per esempio quello del bruco che striscia – malgrado tutti gli ostacoli che può incontrare – verso una sorgente luminosa dove andrà a bruciarsi. Esperimenti del genere entusiasmavano gli ambientalisti «classici», i quali non si rendevano conto che cosí non facevano altro che provare le loro premesse. La natura è molto meno perversa di questo spazio oggettivo. Come nella spiegazione innatistica, ogni possibilità individuale di creazione viene totalmente negata. È precisamente questa potenzialità che è messa in evidenza dallo studio dell'ontogenesi del comportamento da cui emerge che l'individuo deve ricostruire l'insieme degli schemi di comportamento. E si tratta di una produzione reale, non già d'una riproduzione pura, giacché l'animale si trova in una situazione significante col suo ambiente. Egli non reagisce a degli stimoli ma i suoi comportamenti hanno a che fare con oggetti costruiti nel corso dell'ontogenesi. Si tratta di un doppio avvolgimento, fenotipico e genotipico.

Filogenesi del comportamento. In modo simile allo studio dell'evoluzione biologica, lo studio della filogenesi del comportamento pone dei problemi metodologici. È evidente che studiare l'evoluzione significa tendere a metterne in luce la causa. Ma subito ci si scontra col problema delle scale d'evoluzione. La tendenza generale dell'evoluzione deve essere attribuita a trasformazioni a livello della specie oppure a un livello trans-specifico? Posto in questi termini, il problema non ha piú gran significato. È evidente che è a un livello delle specie e anche delle popolazioni ristrette che si operano i cambiamenti fondamentali. Ma resta pur sempre il problema di conoscere se le trasformazioni si realizzano attraverso successioni di variazioni minime ovvero per mezzo di una riorganizzazione d'insieme, effettuata su qualche generazione, della logica strutturale d'un'unità trans-specifica. Fin quando non sarà stata costruita (a condizione che sia possibile) una teoria deduttiva della morfogenesi dell'organizzazione, la questione resterà insoluta.

È tuttavia possibile superare l'*impasse* per mezzo d'un approccio operativo al fenomeno dell'evoluzione, ossia studiandolo a partire dai differenti livelli d'osservazione. Ci si può, per esempio, porre a un livello estremamente generale cercando di mettere in luce delle leggi autonome che definiscano i fenomeni a questo livello (per esempio: sembra proprio che l'evoluzione si verifichi per mezzo d'una serie di «grappoli» di specie, e che vi sia dunque una logica d'integrazione e di differenziazione propria al genere). Niente impedisce, in seguito, di stabilire una riduzione possibile d'un livello a un altro.

Lo stesso accade con lo studio dell'evoluzione del comportamento. Se ci si limita a uno studio al livello della specie, si rischia di ritrovarsi sommersi dai fatti, anche se è molto probabile che le cause decisive agiscano proprio al livello della popolazione piú o meno ristretta. Ma, anche in questo caso, niente impedisce di situarsi a un livello di gran lunga superiore e di cercare di far risaltare la tendenza generale dell'evoluzione, salvo a mettere successivamente in luce i fenomeni locali di questi concetti globali.

Il comportamento, quale che sia il suo livello d'organizzazione, è attualmente considerato come un'azione che si realizza in quattro fasi globali: 1) un'attività di spostamenti intensi all'interno di un mondo identificato dall'animale, compresa come una ricerca di situazioni significanti; 2) la scoperta di stimoli significanti che sbloccano il comportamento globale in corso per mezzo di comportamenti locali d'effettuazione; 3) l'atto di consumo propriamente detto; 4) una fase di riposo caratterizzata da un'insensibilità agli stimoli significanti consumati. Qualunque sia il livello d'organizzazione, il comportamento si effettua in una rete di situazioni significanti e appare come una definizione attiva dell'ambiente da parte del e per l'organismo. Queste situazioni significanti fungono dunque da polarizzatori dell'attività, cosí da orientare tutto lo spazio del comportamento verso l'effettuazione dell'atto. L'organizzazione si mantiene nel tempo per mezzo di un'assimilazione continua di neghentropia. Questo dinamismo fisico-chimico indica che l'organismo è una zona di tensioni fisiche.

Il rinnovamento nello studio dei comportamenti è dovuto alla scuola oggettivistica (Lorenz e Tinbergen, in particolare) che interpreta ogni attività dell'organismo a partire dalla nozione di tensione. L'organismo accumula dell'energia che di regola deve scaricare. Il ruolo delle situazioni significanti sarà quello di canalizzare questa *potenzialità* bruta verso schemi di comportamento che permettano la ricerca degli oggetti significanti o evocatori. È probabile che in questo caso agisca un autorinforzo dell'attività di ricerca. L'incontro degli oggetti significanti consente di sbloccare lo stato di tensione aprendo un «canale» specifico di comportamento. Una volta realizzato l'atto di consumo, l'organismo ristabilisce la sua omeostasi. Tuttavia, se la situazione significante è troppo complessa e richiede canali contraddittori (come l'aggressione *e* la fuga), si assiste in tal caso ad attività di spostamento che consentono di ridurre le tensioni; se invece la situazione è non-significante, l'eccesso di tensione può essere canalizzato da atti di consumo disinteressati come l'attività esploratoria, da atti ritualizzati come l'andirivieni nelle gabbie, da atti fantasmatici come l'attività a vuoto, oppure da atti metacomunicazionali come il gioco.

Questo approccio dei comportamenti è interessante ai fini della loro comprensione filogenetica. Di fatto, esso consente di superare tutti i tentativi di classificazione gerarchica dei comportamenti in generale e degl'istinti in particolare. Un approccio del genere, dal punto di vista d'una gerarchia strutturale e funzionale, è metodologicamente piú fondato, essendo vicinissimo alla nozione di livelli d'organizzazione. Del resto, è a partire dai lavori di Weiss sulla

differenziazione gerarchica degli schemi di coordinazione del sistema nervoso centrale, che Tinbergen ha proposto un tale schema sulla base dei suoi studi del comportamento dello spinarello. Weiss divide l'azione globale d'un organismo in sei livelli gerarchizzati di movimenti. Tinbergen dispone le differenti componenti d'integrazione dell'istinto su questi sei livelli. Senza entrare qui nei particolari degli schemi, si può dire che l'istinto sembra funzionare attraverso un concatenarsi di schemi di comportamento, dai piú complessi ai piú semplici, nei quali ultimi si raggiunge il livello delle causalità fisiologiche della motilità. L'interesse dello schema risiede anzitutto nel mettere in evidenza le possibilità sempre piú forti d'inibizione specifiche dei differenti atti di consumo che realizzano l'integrazione globale del comportamento. Tuttavia, lo schema ottenuto è additivo perché rende conto dei fenomeni di realizzazione di un atto unicamente nel caso di un solo oggetto significante. Kortlandt insiste da una parte sull'interazione tra livelli, mostrando che a ogni livello l'atto ha una natura di consumo e funziona dunque come un'unità, ma che esso funziona come un segmento elementare per il livello piú integrante, e d'altra parte insiste sulla coordinazione necessaria e l'integrazione dell'insieme dei comportamenti e degli oggetti significanti corrispondenti al livello dell'azione globale definita da Weiss. È per mezzo di questo tipo d'ipotesi, fondato su uno studio di livelli d'organizzazione, che l'approccio filogenetico del comportamento può realizzarsi compiutamente. Già in un tale schema si mostra la necessità d'un passaggio tra i differenti livelli d'integrazione che informano il comportamento; in altre parole, l'esistenza d'una relazione di significazione a ciascun livello d'organizzazione permette non solo l'attualizzazione a ciascuno di essi ma anche il trasferimento di «tensione» a un altro livello.

Questo tipo d'approccio sembra rifarsi all'ipotesi generale proposta da Piaget secondo la quale, partendo dagli studi comparativi tra i differenti livelli di comportamento, compresi i processi psicogenetici, si mostrano degli atti cognitivi a ogni livello d'organizzazione, intendendo per 'atto cognitivo' delle strutturazioni d'una stessa logica globale di regolazione. «I processi cognitivi appaiono... simultaneamente come la risultante dell'autoregolazione organica di cui riflettono i meccanismi essenziali e come gli organi piú differenziati di questa regolazione in rapporto alle interazioni con l'esterno» [1967, p. 49]. Piaget tende a mostrare che a ogni livello d'organizzazione i comportamenti sono di duplice natura, cosí da esprimere i due aspetti dell'organizzazione: 1) un'attività «oggettiva», che struttura l'ambiente come una rete di significazioni sulla base di vincoli causali esterni e che si esprime attraverso una manipolazione degli indizi fattuali; 2) un'azione su queste stesse strutturazioni oggettive. La prima è dunque un'attività di regolazione che si sviluppa ad ogni livello entro un «limite» omeostatico. La seconda è l'azione stessa di autoregolazione: è propriamente la dimensione di trasformazione della forma. La prima è detta da Piaget «astrazione empirica», e corrisponde a una strutturazione delle potenzialità dell'informazione come risposta omeostatica ai rumori esterni; la seconda è detta «astrazione riflettente», e consiste in un processo di ricostruzione a un livello d'organizzazione dello schema di regolazione del livello anteriore.

Questo quadro concettuale fornito da Piaget va però relativizzato; esso studia infatti solo l'aspetto cognitivo delle tendenze generali dell'evoluzione dal punto di vista dei comportamenti, e trascura l'aspetto sociale dei comportamenti considerandolo come semplice «cooperazione», quando invece si tratta di un fattore decisivo per la loro genesi. Questo aspetto sociale del comportamento si rivela decisivo quando si nota nel corso della filogenesi una tendenza alla giovanilizzazione crescente. È probabile che la differenza tra le forme piú primitive e quelle piú evolute si realizzi per mezzo di una preservazione ottimale della plasticità embrionale e neonatale. Dato che questa crescente giovanilizzazione si accompagna a un'accresciuta dipendenza nei confronti dell'ambiente, il fattore sociale deve avere un ruolo sempre piú decisivo nella strutturazione dei comportamenti dell'individuo.

3.2. Comportamento e società.

Il comportamento sociale. La vita solitaria costituisce una condizione al limite del possibile. Qualsiasi animale entra in certi momenti della sua esistenza in un gioco d'interazioni ecologiche ed etologiche con altri animali. Si conoscono numerosi casi di asocialità dovuti non a una competizione per il nutrimento, ma puramente e semplicemente a un'impossibilità a mantenere delle relazioni di non-aggressione con altri individui della specie. Ma una tale solitudine non esprime un'assenza d'interazione: al contrario, essa si costruisce per mezzo di un'interazione forte di tipo ripulsivo, dovuta al fatto che l'animale solitario durante la propria vita continua a difendere l'integrità del suo territorio contro l'ingerenza di intrusi. Una tale asocialità conosce tuttavia dei limiti, particolarmente durante i periodi di riproduzione, allorché meccanismi complessi d'inibizione della ripulsione entrano in gioco e consentono all'animale di sopportare la presenza e il contatto dell'altro sesso; ancora, soprattutto presso i vertebrati, il periodo d'allevamento dei giovani – per quanto breve – comprende un insieme d'interazioni sociali. È utile però stabilire una differenza fra le relazioni/interspecie e quelle intraspecie e, all'interno di quest'ultime, fra le relazioni sociali (ivi comprese quelle di tipo asociale) e le società propriamente dette.

È solo per un abuso linguistico che le relazioni interspecie possono esser fatte rientrare nel quadro dei comportamenti sociali. Anche a proposito dell'indifferenza si devono distinguere relazioni intraspecie da relazioni interspecie; «simbiosi» o «parassitismi» non hanno niente a che vedere con le relazioni sociali: non esiste un parassitismo sociale bensí esistono relazioni di dominanza. È certo però che esiste un'interazione doppiamente strutturante fra le relazioni inter- e quelle intraspecie. Una relazione interspecie di predazione comporta spesso una strutturazione complessa di relazioni intraspecie, come per esempio la caccia in comune. Analogamente, la riunione intraspecie in folla «macroscopicamente» indifferenziata permette all'individuo di nascondersi statisticamente nella massa per proteggersi dai predatori. In tal modo, una relazione interspecie di sfruttamento, come il domesticamento dei gorgoglioni da parte delle formiche, svolge un ruolo di rinforzo della coerenza e della circolazione sociale in-

traspecie, anche se la specie sfruttata non entra in un gioco di relazioni sociali, ma ha valore sociale esterno solo in quanto proprietà sfruttabile dal gruppo; solo nei raggruppamenti intraspecie è possibile parlare d'interazione sociale.

Le relazioni sociali, svolgendo un ruolo di costrizioni organizzative in tutta la popolazione, designano l'insieme delle relazioni possibili tra individui d'una stessa specie che sono definite da una doppia determinazione del tipo attrazione/ripulsione, ivi compresa la situazione d'indifferenza. La riunione di piú animali d'una stessa specie induce necessariamente delle relazioni sociali che informano circa le possibilità comportamentali per ciascun membro a seconda delle differenze biologiche del tipo maschio/femmina, adulto/giovane, estro/non-estro, piú o meno forti, delle differenze etologiche del tipo piú o meno abile, piú o meno aggressivo, piú o meno innovatore, e delle differenze ecologiche in rapporto agli ambienti di situazione. L'enorme interesse d'uno studio preciso delle relazioni sociali consiste nel criticare la nozione classica di popolazioni omogenee in quanto formate da elementi individuali indifferenziati. È un'eterogeneità costitutiva – fondata il piú delle volte su determinazioni individuali delle relazioni sociali possibili, come per esempio delle preferenze relazionali – quella che informa il divenire della popolazione. Si critica in tal modo l'idea d'una stabilità, in senso genetico, della popolazione; tale stabilità, infatti, non è che una risultante operativa del metodo statistico di cui ci si serve per studiare il «pool genetico» della popolazione in questione.

Il concetto operativo di popolazione omogenea impedisce di comprendere l'importanza fondamentale dei fenomeni di polimorfismo genetico per la dinamica evolutiva. Come indica Clarke [1975], «la persistenza di questi polimorfismi può essere spiegata solo supponendo l'esistenza di sistemi ampiamente diffusi che mantengono attivamente la diversità ad onta delle forze selettive che tendono a eliminarla» (trad. it. p. 52). In tal modo, è il rapporto individuo/specie che si trova ad essere pensato ex novo. Il riconoscimento dell'eterogeneità dell'oggetto ha bisogno di una critica profonda del concetto di «attitudine darwiniana» e il riconoscimento d'una potenzialità d'informazione di ciascun membro della popolazione. In un tal gioco diversificante di relazioni sociali, questi non sono piú degli individui ma delle *persone* sociali (se con ciò s'intende precisamente questa potenzialità dell'individuo d'interpretare la norma di reazione della specie). Come dice ancora Clarke, l'evoluzione «non è una progressione ordinata in cui una forma ne sostituisce un'altra, ma un complesso flusso di equilibri dinamici instabili» [*ibid.*, p. 54]. In questo senso, si può dunque dire che la selezione è tanto endogena quanto esogena. L'importanza delle relazioni sociali sembra dunque determinante per il dinamismo dell'evoluzione nel senso che essa agisce come fattore d'eterogenesi in conflitto con una tendenza costante all'omogeneo espresso dalle leggi di stabilizzazione che delimitano ciascun livello d'organizzazione. La strutturazione dei comportamenti sociali permette la stabilità del sistema, che è rappresentato da ogni popolazione; nello stesso tempo, però, la potenzialità di nuova informazione che esprime il polimorfismo genetico agisce attraverso un'indeterminazione dei comportamenti individuali; si ha cosí nei processi morfogenetici l'individuazione dell'informazione.

Le società designano le forme d'integrazione dell'individuo che si effettua attraverso una relazione di reciprocità tra la finalità del gruppo e quella dell'individuo. Essa tende, dunque, a proiettare la logica omeostatica del gruppo alla scala dell'individuo, ossia ad identificare il gruppo e l'individuo. L'integrazione realizza, cosí, un campo di tensione a livello individuale per far corrispondere tra di loro l'omeostasi individuale e l'omeostasi di popolazione. Il campo di significanti sociali permette la canalizzazione delle potenzialità d'informazione di atti individuali attraverso la strutturazione sociale del comportamento. Questa si effettua dunque per mezzo del transfert d'una tensione locale, come potenzialità d'informazione, in strutture stabili globali che assicurano in tal modo la riproduzione della forma della società. Questa reciprocità di finalità in quanto attività collettiva si realizza per mezzo di una differenziazione individuale, di una strutturazione sociale dell'individuo, attraverso una meccanizzazione crescente degli atti individuali e una accentrazione crescente degli atti collettivi. Si determinano cosí due fenomeni: la specializzazione nella realizzazione degli atti collettivi in segmenti d'atti individuali meccanicizzati, e la gerarchizzazione della popolazione.

La struttura gerarchica consente un'organizzazione delle tensioni in modo tale che i conflitti, sempre potenziali a causa dell'autonomia relativa degli individui, siano costantemente riattualizzati da tutta una serie di comportamenti di sottomissione e di dominazione. L'animale dominato è costantemente in situazione di stress risultante dall'interiorizzazione dei conflitti; ma è proprio questa tensione costantemente presente che permette un'integrazione forte della società.

In ogni modo, bisogna notare che l'organizzazione sociale gerarchica permette ugualmente un'individuazione forte dei suoi membri (contrariamente alle società d'invertebrati superiori), cioè una potenzialità di atti con valore personale. Questa indeterminazione gruppo/individuo si mostra molto bene attraverso la relativa possibilità dei vertebrati superiori d'abbandonare il gruppo e di sopravvivere normalmente. Tutti gli esperimenti d'isolamento giovanile presso i mammiferi mostrano un inadattamento irreversibile sul piano sociale, affettivo e cognitivo.

Comportamento e cultura. Quando si affronta l'universo dei comportamenti umani, si è colpiti dall'«esplosione» delle possibilità comportamentali. Si è allora tentati di stabilire un taglio netto fra il mondo animale e quello umano e di fare agire un dualismo rigoroso tra il determinismo biologico e il determinismo sociale. Ci si trova, allora, chiusi nel dibattito natura/cultura, a proposito di una delle espressioni scientifiche del dibattito epistemologico riduzionismo/antiriduzionismo. Per il riduzionismo biologico, l'istinto – cioè l'espressione comportamentale di genotipo della specie umana – determina totalmente il comportamento umano. Per l'antiriduzionismo umanista, invece, l'educazione culturale informa in modo originale e non naturale il comportamento umano.

Ci si trova allora di fronte a due interpretazioni antinomiche di questo dua-

lismo. Il determinismo biologico può essere compreso come la causa delle regressioni, delle patologie, delle debilità; il determinismo sociale, allora, è indicato come la causa delle differenze sociali significanti. Per esempio, si può attribuire la differenza uomo/donna alla sola differenza cromosomica? La differenza sociale sembra chiaramente determinante su quella biologica. Al contrario, si può porre il determinismo biologico come la causa delle differenze sociali determinanti, ad esempio quelle degli esseri d'eccezione modellanti la cultura (si veda il tema del superuomo, del genio, ecc.); il determinismo sociale è allora posto come il fattore negativo che procede attraverso regole di stabilizzazione, di appiattimento ugualitario delle differenze significanti. La genetica delle popolazioni sembra rinforzare questa interpretazione.

Il dibattito non ha senso, se non nelle sue prospettive di giustificazione scientifica di scelte politiche. Come osserva molto bene Alland [1975, p. 548], «i punti di vista estremisti dei due campi hanno creato la famosa controversia natura/cultura, quando la stessa genetica aveva già insegnato che tutti gli organismi erano il risultato d'interazioni tra l'eredità genetica e l'ambiente». In questa sede si è già notato piú volte che la giovanilizzazione crescente delle specie aumenta la capacità d'apprendimento degli individui e li rende piú dipendenti dall'ambiente sociale. Si tratta anche qui di un «doppio guscio», di una mediazione fra le regolazioni genetiche e le regolazioni sociali. Questa mediazione, inoltre, non gioca tra due livelli opposti ma si realizza sulla base di una gerarchia d'organizzazione in cui ciascun livello influisce sull'insieme degli altri.

Il genotipo umano determina, come per ogni specie, un gruppo genetico di possibilità; tuttavia, come per qualsiasi specie, i limiti di questo campo di possibilità sono equivoci. Si tratta di un insieme di costrizioni organizzative che determinano delle possibilità comportamentali; come a ogni livello d'organizzazione, bisogna porre però un indeterminismo fondamentale delle potenzialità di strutturazione dell'informazione specifica. Taluni gesti, come il bacio, l'alzare le sopracciglia, lo scuotere la testa per l'accettazione o il rifiuto, ecc., si ritrovano in qualsiasi società umana. È innegabile che si deve fare i conti con un certo determinismo genetico; ma questi gesti, al di là del fatto che presentano delle differenze di significato, possono ancora essere integrati entro schemi globali di comportamento sociale; bisogna porre una surdeterminazione di tali gesti che in sé non hanno nessun valore simbolico.

Le ricerche antropologiche ed etnologiche si propongono di studiare i molteplici fattori specificamente sociali (che siano d'ordine storico, economico, ecologico, politico, ecc.) in modo da comprendere in qual modo delle cause specificamente umane «informino» il comportamento dell'essere umano. Bisogna tuttavia notare che l'insieme di queste ricerche è possibile solo per mezzo di una stabilità minima del loro oggetto, che definisce l'unità della specie umana. Questa unità determina un'organizzazione globale dello spazio dei comportamenti umani. Essa è definita dalla struttura anatomica, dalla struttura neuronica, da quella logica e linguistica, probabilmente anche dalla struttura archetipica dei miti, ecc.

Gli strutturalisti hanno mostrato che la cultura e il linguaggio poggiano su sistemi di codici, nei quali l'informazione potenziale si trova strutturata in schemi di comportamento specifici che consentono una regolazione omeostatica e una riproduzione della struttura del sistema sociale; tuttavia, questi sistemi simbolici non sono codificati geneticamente. Anche se si dimostra un isomorfismo profondo tra codice simbolico e codice genetico, resta il fatto che le strutture significanti saranno pur sempre transindividuali. Solo attraverso uno studio della trasformazione di questi codici si riuscirà a spiegare la specificità umana dei comportamenti.

Tuttavia, è certo che solo per mezzo di uno studio dei determinismi biologici, sottostanti ai fenomeni sociali, si giungerà a cogliere meglio la specificità umana, e in particolare studiando il sistema nervoso come supporto della vita di relazione, cioè il passaggio tra l'ambiente interno e l'ambiente esterno. Il sistema nervoso capta delle variazioni energetiche sopravvenienti negli ambienti interno ed esterno e le trasforma in informazioni specifiche per l'organismo. Ma in quanto sistema della regolazione e dell'integrazione esso trasforma quest'informazione specifica in azione. Come ha ben mostrato Piaget, gli schemi di comportamento (compresi quello linguistico e quelli formali) sono delle strutture analogiche degli stati interni ed esterni. Essi sono informati sia dalla logica di regolazione che definisce l'organismo, sia dalla consistenza del campo dell'esperienza. Se ogni linguaggio non fosse radicato in una dimensione comportamentale e analogica, esso non sarebbe che neghentropia (cioè stato di cose). È questa messa in situazione esistenziale del linguaggio che gli attribuisce la sua attualizzazione semantica. Attraverso tutto questo si vede che ogni comportamento umano è biologico e ideologico.

Si può parlare a buon diritto d'un'integrazione cosmologico-ideologica del comportamento umano, che è insieme «naturale» e «culturale» come lo spazio di mediazione tra i valori personali e quelli del gruppo. L'ethos umano è compreso come la totalità del reale. Di qui, la volontà costante di definire un'etica, cioè delle regole di comportamento che siano l'espressione dell'universale, e dunque d'assicurate l'autonomia assoluta dell'essere umano. L'ideale d'isonomia (o d'equilibrio) corrisponde a questa volontà di darsi la *sua* legge in accordo con l'universale. Si ritrova, qui, la critica di Nietzsche delle idee riconosciute come valori. Di fatto, ogni idea – come ideale d'isonomia – costringe l'individuo a conformarsi nei suoi atti a un modello stabilito come l'assoluto; secondo una tale proiezione sociale, ci si può permettere di definire come anormale qualsiasi deviazione.

Le manipolazioni del comportamento. Alla certezza cartesiana relativa alla materialità del corpo e alla spiritualità dello spirito, risponde l'angoscia esistenziale di Pascal dinanzi alla fragilità del luogo umano: tra l'angelo e la bestia, perseguitato dai suoi desideri angelici e bestiali, tentato di fare l'angelo e portato a fare la bestia. Fin dall'enunciazione, questo terrore davanti al corpo vissuto angoscia il pensiero occidentale che non ha cessato d'imprigionare, educare, modellare le potenzialità vagabonde dei comportamenti e dei pensieri.

L'«istinto animale» è l'immagine del «nemico sociale»; è il luogo interno per mezzo del quale agisce il «tentatore» – la tentazione d'attualizzare le sue potenzialità d'informazione.

Fin dal secolo XVIII vengono create tutta una serie di istituzioni che hanno lo scopo di assistere socialmente quest'essere cosí fragile, indirizzarne lo sviluppo, correggerne gli errori. È per mezzo di queste istituzioni che è stato reso possibile un sapere oggettivo sulla «natura umana» e una sperimentazione sul comportamento degli individui; è con la costituzione di questa marginalità che si sono fondate le scienze dell'uomo; è su questi «emarginati», messi in stato d'inferiorità sociale, psicologica e fisica, considerati come «regressivi», come soggetti preferenziali per le manipolazioni del comportamento, che si effettueranno gli esperimenti diretti. Si è predisposta una tecnologia del comportamento, che permette di «curare» le devianze condizionando il comportamento, ineducabile con i mezzi «normali», con pratiche psichiatriche d'ordine fisico, chimico o psicologico.

Per stabilirne rapidamente l'inventario, nel quadro delle vie fisiche di modificazione del comportamento si trovano tutte le tecniche d'intervento diretto sul cervello. La psicochirurgia rivendica a sé lo scopo di rendere normale il comportamento giudicato anormale, con interventi chirurgici localizzati nel cervello. Essa si fonda, dunque, sulla teoria delle localizzazioni cerebrali e opera su punti precisi giudicati in anticipo come i luoghi delle cause dei sintomi d'anormalità. Si rende in tal modo possibile trattare malati mentali, delinquenti sessuali, ragazzi aggressivi o iperattivi, adulti iperangosciati. Nel 1953 Egas Moniz pratica una lobotomia prefrontale; in vent'anni piú di cinquantamila persone subiranno questo trattamento. La psicochirurgia conosce ora un nuovo interesse grazie a un affinamento delle tecniche chirurgiche. La fissazione di elettrodi su punti precisi del cervello costituisce un'altra tecnica con la quale si vogliono – stimolando elettricamente dei centri supposti del piacere e del dolore – provocare delle reazioni emotive. Infine, la tecnica dell'elettrochoc consiste nel provocare nel paziente degli stati intensi di turbamento, fino alla perdita di coscienza e alle convulsioni, per mezzo di una corrente elettrica che attraversa il cervello. Si può indicare come un altro metodo fisico la tecnica della castrazione per i delinquenti sessuali o quella della castrazione chimica che consente di inibire per un certo tempo le pulsioni sessuali. Questo ci porta ai metodi chimici di modificazione del comportamento: si fanno scomparire i sintomi anormali attraverso iniezione di droghe potenti ad effetto neurolettico.

La tecnica piú «dolce» sembra essere quella della modificazione del comportamento per via psicologica, che si riferisce in particolare alla tecnica di condizionamento operante di Skinner, secondo cui una manipolazione delle condizioni del comportamento consente d'agire e di modellare questo comportamento. In tal modo, si è sviluppato – particolarmente nei paesi anglosassoni – tutto un programma di *behavioral engineering* per la rieducazione dei delinquenti sociali, il trattamento degli ammalati sociali e l'educazione dei giovani (in particolare dei ragazzi considerati «caratteriali»). Con questa terapia, sostenuta da Eysenck, si vogliono curare le nevrosi con l'eliminazione delle reazioni del

comportamento a stimoli nevrotizzanti, reazioni condizionate nella storia trascorsa del soggetto. Si deve de-condizionare per poter ri-condizionare l'individuo per mezzo di stimoli normalizzanti. È evidente che l'insieme di queste tecniche non s'interroga sulle motivazioni del paziente bensí solo su quelle del suo comportamento, cioè su «quel che fa».

Queste tecniche sono continuamente denunziate, in particolare da quegli psichiatri che si definiscono antipsichiatri. La critica globale consiste nel dire che è solo riflettendo sull'ethos dell'individuo che è possibile comprendere il significato dei suoi comportamenti. Occorre dunque analizzare l'insieme delle relazioni sociali che l'hanno informato e in particolare la sua famiglia. In generale il «nevrotico» nasce in una famiglia di nevrotici. Non è dunque rinchiudendolo nei suoi sintomi che si cambia alcunché delle sue manifestazioni nevrotiche, ma è solo modificando il suo stesso ethos che è possibile rendergli la libertà di realizzare le sue potenzialità individuali. La società, ponendo delle «etichette» sui comportamenti, rinchiude gli individui nelle loro devianze. Szasz [1973] confuta le due affermazioni sulle quali si fonda la psichiatria contemporanea: che i disturbi mentali sono delle malattie e che, dunque, la psichiatria è una branca della medicina. Illich [1972] va ancora piú lontano: «Qualcuno comincia a rendersi conto che il carcere aumenta sia la pericolosità sia la quantità dei criminali, che anzi spesso trasforma in criminali individui che sono soltanto dei nonconformisti. Sono tuttavia assai meno numerosi quanti sembrano aver capito che in realtà anche i manicomi, gli ospizi e gli orfanotrofi danno sostanzialmente lo stesso risultato. Queste istituzioni infatti suscitano nei loro clienti un'immagine distruttiva di se stessi – quella dello psicopatico, del vecchio inutile o del trovatello – e forniscono una giustificazione razionale all'esistenza di intere professioni, nello stesso modo in cui le prigioni producono un reddito per i secondini» (trad. it. p. 86).

Il sentimento di solitudine che affligge molti nostri contemporanei è probabilmente indotto dalla mancanza totale d'interazione sociale e dall'estrema povertà dell'ambiente che costituisce l'esito quotidiano delle nostre megasocietà superproduttrici e superconsumatrici. La ragione di ciò, probabilmente, è che queste società non sono né del tipo vertebrato né del tipo invertebrato, ma costituiscono al contrario un'innovazione naturale in materia d'integrazione e di differenziazione sociale. Resta da sapere se la loro attività stressante non sarà, alla lunga, autodistruttrice. Ma occorre affermare con forza che ogni reazione alla situazione di queste società è rigorosamente *normale*. Come rileva De Feudis, «la solitudine non è un fenomeno patologico, ma una risposta biologica *normale* ad una carenza *anormale* di stimolazione» [1975, p. 356].

Intendere il campo del comportamento nella sua dimensione di incertezza significa scoprirlo nella sua apertura alla reciprocità, al dialogo sui limiti del possibile, comprenderlo come espressione di un'inquietudine, di una non-stabilità, riconoscerlo come il gioco complesso di relazioni interiorità/esteriorità attraverso il quale ogni forma si realizza come metastabilità. Il comportamento diviene in tal modo ciò per cui ogni progetto d'autoriferimento (o d'equilibrio)

è necessario, ma impossibile, perché provocherebbe la morte dell'essere formato (un sistema isolato non esiste).

È dunque correndo il rischio dell'alienazione che si svela il problema del «fare» nel suo aspetto assoluto, col limite della coppia indeterminazione/sovradeterminazione come idea di libertà. Lo spazio del comportamento è necessariamente aperto alla reciprocità, dato che ogni atto si gioca tra l'individuale e il transindividuale e si realizza come mediazione fra piú livelli di realtà. Nel caso in cui questa reciprocità venga negata, si assiste alla rappresentazione di uno «spettacolo» ugualitario, come reale negazione del dialogo, tale da instaurare una comunicazione paradossale. A causa della confusione tra livello e metalivello di comunicazione, chi partecipa si trova fra un'apparente libertà e un'illusoria possibilità di scelta: i suoi comportamenti non sono altro che significati di valori esterni. L'essere alienato e l'essere formato dall'informazione dell'essere alienante: non è altro che una struttura esterna. Egli si trova definito in un comportamento modello. La dimensione personale del «fare» è negata come incertezza, errore. Invischiato in una comunicazione paradossale, l'essere alienato è compreso come puro meccanismo, condizionabile come si vuole. Cosí, ogni comportamento deviante può essere «normalizzato», tenendo conto che il comportamento normale viene riconosciuto come imitazione di un modello definito dall'esterno. [A. D.].

Alland, A.
1975 *Culture et comportement*, in «La Recherche», LVII, pp. 548-56.

Ashby, W. R.
1961 *Principles of the Self-Organizing Systems*, in H. von Foerster e G. W. Zopf (a cura di), *Principles of Self-Organization. University of Illinois Symposium on Self-Organization*, Pergamon Press, New York, pp. 252-78.

Atlan, H.
1972 *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Hermann, Paris.

Britten, R. J., e Davidson, E. H.
1969 *Gene regulation for higher cells. A theory*, in «Science», CLXV, pp. 349-57.

Canguilhem, G.
1955 *La formation du concept de réflexe aux XVIIe et XVIIIe siècles*, Presses Universitaires de France, Paris.

Changeux, J.-P., e Danchin, A.
1974 *Apprendre par stabilisation sélective de synapses en cours de développement*, in Morin e Piattelli Palmarini 1974, pp. 320-50.

Clarke, B.
1975 *The causes of biological diversity*, in «Scientific American», CCXXXIII, n. 2, pp. 50-60 (trad. it. in «Le Scienze», XV (1975), n. 88, pp. 44-56).

Comte, A.
1830-42 *Cours de philosophie positive*, 6 voll., Rouen Frères (Bachelier), Paris (trad. it. parziale Utet, Torino 1967).

De Feudis, F. V.
1975 *La biologie de la solitude*, in «La Recherche», LV, pp. 334-56.

Descartes, R.
1637 *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*, Maire, Leiden (trad. it. in *Opere*, Laterza, Bari 1967).
1641 *Meditationes de prima Philosophia*, Soly, Paris (trad. it. *ibid.*).

Desportes, J.-P.
1975 *Les effets de la présence de l'expérimentateur dans les sciences du comportement*, CNRS, Paris.

Eibl-Eibesfeldt, I.
1966 *Ethologie, die Biologie des Verhaltens*, Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion, Frankfurt am Main.

Fungst, O. P.
1965 *Clever Hans*, Holt and Rinehart, New York.

Houssay, F.
1920 *Force et cause*, Flammarion, Paris.

Illich, I.
1972 *Deschooling Society*, Harper and Row, New York (trad. it. Mondadori, Milano 1975[6]).

Lamarck, J.-B.-P.-A. de Monet de
1809 *Philosophie zoologique, ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*, Dentu, Paris.

Malebranche, N.
[1687] *Entretiens sur la métaphysique et la religion*, Leers, Rotterdam 1688 (trad. it. Zanichelli, Bologna 1963).

Mayr, E.
1963 *Animal Species and Evolution*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Mass. (trad. it. Einaudi, Torino 1970).

Morin, E., e Piattelli Palmarini, M.
1974 (a cura di) *L'unité de l'homme. Invariants biologiques et universaux culturels*, Seuil, Paris.

Morowitz, H. J.
1968 *Energy Flow in Biology*, Academic Press, New York.

Piaget, J.
1967 *Biologie et connaissance. Essai sur les relations entre les regulations organiques et les processus cognitifs*, Gallimard, Paris.

Premack, D.
1971 *Language in chimpanzees?*, in «Science», CLXXII, pp. 808-22.

Rosenthal, R.
1966 *Experimental Effects in Behavioral Research*, Appleton Century Crofts, New York.

Sherrington, Ch. S.
1940 *Man on his Nature*, Cambridge University Press, Cambridge.

Simondon, G.
1964 *L'individu et sa genèse physico-biologique. L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Presses Universitaires de France, Paris.

Skinner, B. F.
1938 *The Behavior of Organisms: An Experimental Analysis*, Appleton Century Crofts, New York.
1971 *Beyond Freedom and Dignity*, Knopf, New York.

Szasz, Th. S.
1973 *Mental illness as a metaphor*, in «Nature», CCXLII, pp. 305-7.

Watson, J. B.
1913 *Psychology as the Behaviorist Views it*, in «Psychological Review».
1919 *Psychology from the Standpoint of a Behaviorist*, Lippincott, Philadelphia.

Il comportamento rinvia al problema di un'«essenza umana» (cfr. **anthropos**) e a quello, in particolare, della **riduzione** dei comportamenti umani; quest'ultimo porta ad interrogarsi sul funzionamento del **cervello**, sulla dicotomia **soma/psiche**, tenendo conto

di due opposti discorsi, l'uno sul **piacere**, l'altro sulla **macchina**. E ancora andrà presa in esame l'**alienazione** possibile dei comportamenti umani nel **rito** e nella **proprietà**, l'affermarsi insomma di una **violenza** che, stabilendo una **frontiera** tra interiorità ed esteriorità, assicura il **controllo sociale** dei comportamenti. Il che porterà a considerare la definizione di **persona** alla luce delle due principali **coppie filosofiche**, **possibilità/necessità** e **locale/globale**.

Si tratta di rendersi conto dei modi in cui la **comunicazione** tra i differenti livelli di **organizzazione** possa avvenire per **autoregolazione/equilibrazione**; in altre parole si tratta di determinare il comportamento entro un'unità spazio-temporale di senso (cfr. **senso/significato**) e inoltre di riflettere sull'**ambiguità** costitutiva di ogni atto, riformulando il problema dell'esistenza dell'**inconscio** e della sua **espressione** nella **cognizione** e/o nell'**immaginazione**. Occorre, infine, porsi il problema della **creatività**, valutando le dimensioni etica ed estetica del comportamento come **forma**, atto e **idea**, ossia limite, senso e **valori** (cfr. **etica**, **bello/brutto**).

Controllo sociale

La delinquenza giovanile, il traffico degli stupefacenti, il banditismo nelle forme piú diverse, il terrorismo politico o pseudopolitico: tutto ciò costituisce parte del panorama quotidiano. Né si deve credere che si tratti d'una peculiarità del nostro tempo: là dove, per esempio, si dispone di dati omogenei sulla criminalità per periodi abbastanza lunghi, si vede che questa è oggi meno rilevante che in tempi passati. Tuttavia, il problema delle sue cause e dei mezzi che si sarebbero potuti impiegare per eliminarla o almeno ulteriormente ridurla rimane sempre all'ordine del giorno ed è continuamente dibattuto nelle riviste specializzate come nei giornali a grande diffusione, sia nelle riunioni di specialisti sia nel corso di trasmissioni televisive. Grosso modo, si fronteggiano due tendenze. Aumentare il numero dei poliziotti, liberarli da formalismi giuridici, aggravare le pene, rafforzare il sistema penitenziario, utilizzare piú spesso la pena di morte (là dove questa è prevista dalla legge) o addirittura ristabilirla nei paesi in cui essa è stata soppressa: ecco la politica che viene preconizzata da un campo. Di contro, si chiede di non far ricorso alla pena capitale e, in generale, che ci si serva del castigo con estrema circospezione, occupandosi invece delle cause della criminalità: ineguaglianze sociali troppo ampie, culto del denaro, miseria materiale, culturale e sessuale, disoccupazione, e anche la violenza esercitata dallo Stato. Insomma: i primi vogliono reprimere gli atti criminali; i secondi, prevenire perfino l'idea che atti criminali possano essere compiuti.

Combinate in dosi variabili, repressione e prevenzione sono degli strumenti di cui le società si servono allo scopo d'eliminare i fenomeni considerati patologici. La repressione, anche quando non fa direttamente ed immediatamente ricorso alla violenza, se ne serve almeno come di una minaccia: il suo argomento capitale è la forza fisica applicata al corpo dell'individuo. La prevenzione, dal suo canto, è costituita dall'insieme di misure destinate a convincere quanti rischiano di diventare dei criminali a restare sul retto cammino e di persuaderli non certo per mezzo di belle prediche – anche se il ruolo del discorso non è completamente trascurabile – ma modificando l'ambiente sociale considerato criminogeno. È questa la ragione per cui una politica del pieno impiego, dell'alloggio, dell'istruzione, della salute, che aspiri ad assicurare ad ogni individuo un livello di vita decente, fa parte dell'insieme delle misure preventive anche se, specificamente, essa non è diretta contro la criminalità. Lo stesso può dirsi a proposito di tutte quelle riforme che si propogono d'accrescere la partecipazione dei cittadini alla vita pubblica e di assicurare, in tal modo, una loro piú grande integrazione nella vita nazionale e locale. Di fatto, lo scopo fondamentale di tutte le misure preventive (nel senso ampio della parola) non è quello d'impedire la comparsa della criminalità. Si spera, invece, che questo risultato sarà ottenuto indirettamente, quando tutti i membri della società saranno motivati ad agire conformemente ai valori che questa incarna nelle sue istituzioni. Ma, per questo, occorre ch'essi conoscano questi valori e se ne compenetrino, e ciò richiede che si metta in fun-

zione un sistema che insegni agl'individui la condotta desiderata e che, in certo senso, li programmi in modo che essi evitino – spontaneamente e quasi senza pensarci – di violare le regole del gioco sociale. Solo che – e qui si giunge a un paradosso inquietante – se tutti i membri di una società interiorizzassero i valori e le norme di una società fino al punto di non poter nemmeno immaginare di violarli, il conformismo piú sciocco – che sarebbe divenuto la virtú piú diffusa – condannerebbe alla stagnazione quella stessa società. E ciò provocherebbe, prima o poi, una riapparizione dell'ambiente criminogeno e, dunque, della criminalità. Certo, una tale eventualità è meramente teorica: quale che sia l'efficacia d'un sistema di socializzazione, vi saranno pur sempre degl'individui che non interiorizzano i valori dominanti e che, anzi, li contestano con le parole e con gli atti sia pur senza portare gravi pregiudizi alla vita o ai beni degli altri membri della società. Come comportarsi verso di loro? Assimilarli a dei criminali puri e semplici sostenendo che quel che dicono o fanno può avere le stesse conseguenze? Distinguere tra un comportamento criminale e un comportamento deviante, il quale – benché non approvato – non è per questo condannabile? E poi: nelle nostre società che si richiamano alla storia – nelle quali non si dimentica il passato pur guardando verso il futuro – sono ben noti gli esempi di quanti hanno contestato i valori stabiliti e per questo sono stati trattati come criminali, ma la cui azione appare retrospettivamente positiva per la società. Come stabilire allora i criteri che permetterebbero d'identificare, oggi, questi personaggi per consentir loro di preparare l'avvenire? D'altro canto, poiché nessun sistema di socializzazione è perfetto, poiché nessuno è capace d'eliminare criminali e devianti, come far fronte a queste insufficienze? Se non si accetta la repressione, pur sapendo che la prevenzione non è mai completamente efficace, come trovare un modo d'intervento che sia differente dai due indicati?

Tutte questioni che sono diventate veramente scottanti alla fine del secolo scorso quando – in seguito alle rivolte operaie e ai progressi della socialdemocrazia – le classi dirigenti, o quanto meno i loro rappresentanti piú illuminati, compresero la necessità d'integrare nella vita sociale le popolazioni urbane da poco immigrate dalle campagne e che erano percepite come una minaccia per l'ordine stabilito, come classi «pericolose» nelle quali si reclutavano i criminali e che, sempre pronte a seguire gli agitatori, costituivano una forza suscettibile di scatenare una nuova rivoluzione. Furono elaborate allora diverse politiche con l'ambizione di colmare, col minimo impegno possibile, il fossato che separava i detentori del potere politico e/o economico da quanti avevano per unico bene la loro forza-lavoro. È questo, di fatto, il ruolo che viene attribuito al suffragio universale e all'ideologia nazionale in tutti i paesi industrializzati. Cosí in Inghilterra, dove tutto un complesso di riforme destinate a migliorare la condizione operaia cerca di far fronte a un insieme di problemi. Cosí in Francia, dove la scuola laica e repubblicana cerca di far comunicare tutte le classi sociali nell'amore della patria. Cosí in Germania, dove si manifesta una sorta di *welfare state* ante litteram, autoritario e paternalistico, creato da Bismarck grazie all'aumento progressivo dei salari, alla riduzione della durata del lavoro, al miglioramento delle condizioni d'alloggio e al sistema d'assicurazioni sociali.

Se si considera l'agosto 1914 come un banco di prova dell'efficacia di queste politiche, bisogna pur riconoscere che i loro autori avevano raggiunto lo scopo. La solidarietà nazionale ha vinto contro l'internazionalismo operaio: si compie cosí la «cerimonia» della prima guerra mondiale.

Durante i quarant'anni che hanno preceduto questo grande avvenimento, gl'intellettuali hanno svolto un'intensa attività per sensibilizzare l'opinione dominante sui problemi posti dalla crescita delle classi «pericolose». È allora che s'inizia lo studio reale della vita operaia [Le Play 1855; 1857-85]. È ugualmente in quegli anni che appare nella sociologia europea il tema della folla [Le Bon 1895] e specificamente della folla criminale [Sighele 1891]. È allora che nasce un interesse crescente per i rapporti tra le masse – considerate come l'incarnazione dell'elemento animale e distruttivo dell'uomo – e le élite, che vengono considerate come le rappresentanti del suo aspetto specificamente umano e costruttivo. Secondo i teorici di questa linea di pensiero – che si ricollegano alla tradizione machiavellica e dei «libertini eruditi» [Pintard 1943] – il ruolo principale dello Stato è quello di controllare la spinta delle masse, di canalizzarla nel senso favorevole alle élite, di utilizzarne l'energia in modo ch'essa liberi queste ultime d'ogni preoccupazione materiale e che lasci loro la libertà di dedicarsi alla creazione artistica, letteraria, scientifica, unica attività degna dell'uomo. Presso numerosi filosofi sociali, come Gumplowicz (che ha esercitato una grande influenza sul mondo germanico ma anche in Italia, in Polonia, negli Stati Uniti), quest'idea dell'antagonismo irriducibile tra le masse e le élite sbocca nella visione apocalittica di una rivolta delle masse, che è possibile controllare fino a quando lo Stato è capace di opporvi una resistenza efficace, ma che prima o poi trionferà, provocando nello stesso tempo il crollo dello Stato e della cultura [Gumplowicz 1883; 1885; 1910]. Un tema del genere era suscettibile di ampi sviluppi [Spengler 1918-22; Znaniecki 1921; Ortega y Gasset 1930]. L'opposizione tra le masse e le élite, accompagnata a volte da previsioni pessimiste, ha per molti intellettuali – specialmente per Nietzsche e, in Italia, per Mosca e Pareto [cfr. Asor Rosa 1975, pp. 1042 sgg.] – il ruolo d'un quadro concettuale della riflessione sulla società, la cultura, la morale e la politica.

È in questo quadro che si situa tutta una problematica dei mezzi usati dalle élite per conservare la loro posizione privilegiata e orientare l'evoluzione sociale in un senso loro favorevole. Lo si vede chiaramente nell'opera di Michels [1911], che studia i partiti politici e mostra come l'aspirazione stessa delle masse a instaurare una democrazia – vale a dire a non essere governate che da se stesse – conduca inevitabilmente a ricreare un sistema oligarchico all'interno delle organizzazioni che queste masse si dànno per raggiungere il loro scopo e a riprodurre, in tal modo, quella stessa élite che avevano voluto liquidare. I partiti politici, e in particolare i partiti socialisti, lungi dal costituire una minaccia per l'esistenza d'una élite, appaiono in questa prospettiva come uno strumento che permette a quest'ultima di rinnovarsi grazie all'assimilazione degl'individui con talento di capi ma che il caso della nascita ha collocato nella massa. D'altro canto, i partiti si rivelano degli strumenti che permettono di far deviare il movimento delle masse lungo un itinerario prestabilito, di convincerle delle virtú del

sistema vigente di rappresentazione parlamentare e di recuperare in tal modo le loro rivendicazioni rivoluzionarie per il maggior vantaggio dell'ordine stabilito.

Per tutti gli autori precedentemente citati (e per altri ancora) la società è continuamente il teatro d'un conflitto: le élite non possono controllarla e guidarne l'evoluzione altrimenti che utilizzando la repressione e profittando dell'innata cupidigia, stupidità, credulità e incompetenza delle masse, le quali si lasciano persuadere che è nel loro interesse agire in tal o tal altro modo, anche se questo non risponde a verità. Da ciò deriva un uso molto frequente di concetti e di considerazioni ispirate a una psicologia sociale piú o meno elaborata, che serve a spiegare la capacità delle masse a governare e la stessa sottomissione delle masse (vale a dire l'esistenza stessa della società) e che, in taluni casi, non rinunziava all'aiuto offerto dal social-darwinismo, dall'eugenica e, al limite, dal razzismo.

In questo contesto, la prospettiva teorica di Durkheim è totalmente differente. La coesione sociale è per lui un fatto *sui generis* di cui nemmeno la piú perfetta delle psicologie riesce a rendere conto, e ciò per delle ragioni di principio. L'unico punto in comune tra le teorie di cui s'è detto prima e la sociologia durkheimiana è nella pretesa di quest'ultima di non essere semplicemente una scienza dei fatti sociali, ma anche il fondamento d'un'azione. È significativo che questo ruolo della sociologia dipenda, secondo Durkheim, dalla sua capacità di distinguere, nei fatti sociali, il normale dal patologico utilizzando criteri obiettivi. Non s'ha da entrare, qui, nei particolari di questa distinzione ma quel che conta è richiamare l'attenzione sulle conseguenze che Durkheim ricava dalla tesi secondo cui è possibile dare un contenuto scientificamente valido a concetti come quelli di salute o malattia sociali: «Il nostro metodo, – egli scrive, – ha il vantaggio di regolare l'azione nello stesso tempo che il pensiero. Se il desiderio non è una specie di calcolo mentale, nessun limite, per cosí dire, può essere assegnato alle libere invenzioni dell'immaginazione nella ricerca del meglio. Come assegnare alla perfezione un termine che non possa superare? Essa sfugge, per definizione, ad ogni limitazione. Lo scopo dell'umanità si spinge dunque all'infinito, scoraggiando gli uni per il suo stesso allontanarsi; eccitando invece ed entusiasmando gli altri, che, per avvicinarvisi un poco, affrettano il passo e precipitano nelle rivoluzioni» [1895, trad. it. p. 118]. Avendo in tal modo messo a confronto diretto reazionari e rivoluzionari, Durkheim abbozza il programma d'una politica fondata sulle conquiste della sociologia: «Si sfugge a questo dilemma pratico, se il desiderabile è la salute e se la salute è qualche cosa di dato e di definito nelle cose, perché il termine dello sforzo è dato e definito contemporaneamente. Non si tratta piú di perseguire disperatamente un fine che fugge via via che si avanza, ma di lavorare con una regolare perseveranza a conservare lo stato normale, a ristabilirlo se è scosso, a ritrovarne le condizioni, se queste mutano. Il dovere dell'uomo di Stato non è piú di spingere violentemente le società verso un ideale che sembra seducente, ma il suo ruolo è quello di un medico: previene lo scoppio dei mali con una buona igiene e, quando questi si sono manifestati, cerca di guarirli» [*ibid.*].

Per teorizzare tutta la problematica qui delineata (quella della criminalità e dei comportamenti devianti quale che sia la loro natura, quella della repressione e della prevenzione e anche quella, piú generale, d'un orientamento dell'evoluzione sociale in un senso che è considerato benefico per tutti, o ancora quella d'una regolazione che mantiene la società in uno stato considerato come sano) la sociologia americana ha introdotto verso la fine del secolo XIX il concetto di *social control* (si lascerà, provvisoriamente, questo termine in inglese per ragioni che saranno indicate in seguito). *Social control* è l'insieme dei mezzi che una società utilizza per assicurare un'autoregolazione in funzione di principî e di valori che essa tende a realizzare. Oppure, per riprendere una definizione dell'epoca, «*Social control* è l'arte di combinare le forze sociali in modo da dare alla società almeno una direzione verso un ideale» [Vincent 1896, citato in Janowitz 1975, p. 83].

Il momento in cui questo concetto appare nella sociologia americana non è fortuito. È quello della grande ondata d'immigrazione negli Stati Uniti, di un'immigrazione povera, prevalentemente contadina, proveniente soprattutto dall'Europa orientale e dall'Italia, alla quale occorreva inculcare i valori e le norme della società americana o, piú esattamente, di quelli che vi avevano una posizione dominante. Si trattava, dunque, d'un problema analogo a quello creato in Europa dall'urbanizzazione e dall'industrializzazione. Niente di strano, dunque, che la reazione sia stata simile. Si era incominciato a studiare l'ambiente d'origine degli emigranti e gli effetti del loro trapianto e questo aveva dato luogo a un gran numero di lavori tra i quali un grande classico: *The Polish Peasant in Europe and America* [Thomas e Znaniecki 1918-20]. Ci si era messi del pari alla ricerca delle condizioni dell'armonia sociale e dei mezzi che consentono di dirigere gl'individui in modo tale che sia possibile realizzare quest'armonia.

Per quanto diverse siano state le ispirazioni alle quali avevano attinto nella sociologia europea i differenti utilizzatori del concetto di *social control*, è evidente che qui si ha a che fare con una prospettiva vicina a quella di Durkheim. Infatti, se si ammette che lo stato d'armonia è uno stato normale della società nel senso durkheimiano di questa parola, *social control* non è altro che l'insieme d'istituzioni che operano con una regolare perseveranza a mantenere lo stato normale, a ristabilirlo se esso è rimesso in discussione, di ritrovarne le condizioni se esse si trovano cambiate. In tal modo, è del tutto comprensibile che Durkheim abbia esercitato una grossa influenza sulla formazione del concetto di *social control* ad opera di Talcott Parsons [1937] e, attraverso questi, su tutta una corrente di ricerche nella sociologia americana. Vero è che quest'ultima evita accuratamente dei concetti come «stato normale di una società», poiché essi comportano – checché abbia detto Durkheim in merito – un implicito giudizio di valore, e preferisce concentrarsi sullo stato presente della società tal quale esso si presenta, per studiare i meccanismi che ne assicurano la stabilità, in particolare l'interiorizzazione delle norme sociali da parte degl'individui attraverso la loro partecipazione alle attività di diversi gruppi e delle istituzioni. Ma studiare l'interiorizzazione di norme significa anche render conto dei suoi insuccessi: di qui l'attenzione accordata a tutte le forme di devianza e alla criminalità. Duran-

te un periodo molto lungo le ricerche sul *social control* si concentrarono in gran parte sui fenomeni di questo genere e sulle istituzioni che agivano nel settore della socializzazione e della risocializzazione: scuole, ospedali psichiatrici, prigioni. *Social control* s'identificava in tal modo sempre piú col meccanismo che riproduce il conformismo sociale, ricorrendo in caso di necessità alla repressione. Da ciò proviene il discredito relativo in cui è caduto questo concetto nella stessa sociologia americana e contro il quale protestano oggi taluni autori che – come per esempio Janowitz [1975; 1976] – cercano di dargli lo status di un concetto unificatore nel campo della macrosociologia. «Il problema contemporaneo del *welfare state* concentra l'attenzione sul carattere profondo dell'ordine sociale e sui problemi del *social control*. I sociologi sono stati costretti a concentrare sempre piú la loro attenzione sull'intero ordine sociale della società moderna; il concetto di *social control* fornisce un'indispensabile prospettiva per concatenare i processi economici alle difficoltà delle istituzioni assistenziali» [Janowitz 1976, p. 10]. Come già s'era visto in passato, la crisi dell'ordine sociale – di un certo ordine sociale – che si traduce in taluni casi nell'incapacità delle istituzioni del *welfare state* a risolvere tutti i problemi che si pongono alla società americana di oggi, ridà nuovo vigore alla domanda: come modificare l'insieme dei regolatori della vita sociale per ristabilirne lo stato normale, giacché esso è sconvolto, o per ritrovarne le condizioni, poiché esse sono cambiate?

Il concetto di *social control* è indissociabile da una certa idea dello stato normale della società e ciò quali che siano gli artifici del linguaggio che permettono d'evitare gli enunciati contenenti un giudizio di valore esplicito. Il carattere normativo del concetto è del resto del tutto evidente in Janowitz: «Il controllo sociale si riferisce alla capacità di un gruppo sociale o della società ad impegnarsi nell'autoregolazione. Il contrario del *social control* è il controllo coercitivo. La macrosociologia di una società industriale avanzata pone il problema di come organizzare e gestire un sistema di benessere sociale senza ricorso a (oppure, con un minimo di) controllo coercitivo. Nella tradizione intellettuale della sociologia, il *social control* trasformò, a cavallo dei due secoli, l'inchiesta sociale da un'operazione speculativa in uno sforzo di ricerca empirica. La nozione di *social control* forniva, con le sue implicazione filosofiche – legate ad elevati principî morali –, la base sulla quale il *social control* sarebbe stato creato e le mete cui il gruppo sociale avrebbe aspirato» [*ibid.*, p. 9].

Ecco dunque le causali del giudizio di riabilitazione del *social control* inteso come concetto unificatore della macrosociologia. Ma si tratta veramente di sociologia? Essendo *social control* opposto a *coercive control*, ne deriva che là dove la società è retta dal primo, la parte di coercizione è infima o, quanto meno, ridotta allo stretto necessario. Si tralascino le società dette primitive che, del resto, costituiscono oggetto di un dibattito al centro del quale si situa per l'appunto il ruolo che vi svolge la coercizione [Clastres 1973; Augé 1977], e ci si chieda se, tra le società contemporanee, è dato trovarne una sola di cui sia possibile dire ch'essa rappresenta bene il *social control*. Eppure, le candidature non mancano. Basta leggere i discorsi pronunziati alla Commissione dei diritti dell'uomo dell'Onu per credere che sono piuttosto le società a *coercive control* che costituiscono l'eccezione. Cosí, l'Urss ci è presentata dai suoi rappresentanti ufficiali come il paese dall'armonia trionfante, in cui la società regola lei stessa i suoi propri problemi: si potrebbe quasi dire che è la terra promessa del *social control*. Certo, una persona meticolosa potrebbe notare che i «dissidenti» vengono inviati in prigioni psichiatriche o nei campi. Ma, di contro, un sociologo sovietico che applicasse il concetto di *social control* alla sua propria società potrebbe – e ciò senza alcuna difficoltà – respingere obiezioni del genere. Gli basterebbe osservare che taluni «dissidenti» non sono altro che malati mentali che presentano tutti i sintomi di una «schizofrenia torpida» il cui tratto caratteristico, come è ben noto, consiste unicamente nel manifestarsi di un atteggiamento critico nei confronti dello stato attuale della società sovietica e nella volontà di riformarla. Questi «dissidenti» sono dunque inviati negli ospedali per guarirli della loro malattia con trattamenti d'insulina o di elettrochoc. Per quel ch'è degli altri – evidentemente degli agenti dell'imperialismo – vengono spediti nei campi per essere rieducati per mezzo del lavoro all'aria aperta. A parte questo stretto minimum di coercizione – direbbe il sullodato sociologo sovietico – non si vedono in Urss altro che le istituzioni che assicurano il *social control*.

Janowitz, di certo, s'opporrebbe con forza a un simile impiego del concetto che gli è caro. E, in modo ugualmente certo, non si può non essere d'accordo con lui... anche se sempre lo stesso sociologo sovietico potrebbe pur sempre sostenere che il suo modo di ragionare non è per nulla differente da quello impiegato da un suo collega americano (anch'egli ufficiale).

Ma a tal punto ci si può chiedere a cosa serva un concetto che non può essere applicato a una società che alla sola condizione d'accettarne l'immagine che ne dànno coloro che vi occupano una posizione dominante. Per Janowitz è evidente che il *welfare state* americano, nella sua condizione attuale, può essere riformato senza bisogno di far ricorso alla coercizione o riducendola al minimo. In tal modo – per mezzo d'un certo numero di modifiche di natura tecnica – il concetto di *social control* cesserebbe d'essere normativo per diventare descrittivo. Ma questo è un presupposto che può essere accettato solo a condizione d'accettare l'immagine che il *welfare state* americano dà di se stesso. Basta infatti ammettere che quelli che lo dirigono – l'élite politica, per riprendere l'espressione di Janowitz – non solo non incarnano l'interesse comune o i valori comuni della società americana ma addirittura non possono farlo giacché sono costituiti in un gruppo che – sia pur rappresentando gl'interessi degli altri, di tutti gli altri, come si pretende – ha i suoi propri interessi particolari. Se si ammette questo (e come non ammetterlo?) diventa chiaro che i rapporti tra quest'élite e gli altri gruppi, classi o categorie sociali hanno un irrimediabile carattere di conflitto, anche se questi conflitti possono essere risolti (ma solo in modo locale e provvisorio) per mezzo di compromessi che riflettono il peso rispettivo delle diverse forze sociali. Ma in tal caso non v'è alcuna ragione di privilegiare il punto di vista dell'élite politica o dei suoi sociologi, anche perché questo sembra tanto piú sospetto nella misura in cui l'interesse dell'élite consiste esattamente nel minimizzare i conflitti e nel presentare la sua posizione dominante come il semplice (per modo di dire!) esercizio di un *social control*; vale a dire, nel non essere

altro che un regolatore che la società si dà. Si ritorna in tal modo – ancora una volta – alla domanda: qual è l'utilità di un concetto che può essere applicato a una società alla sola condizione di accettare l'immagine che ne dànno coloro che occupano nel suo seno una posizione dominante?

Finora si è lasciata l'espressione *social control* in inglese per sottolineare che non si riprende qui il significato che vi è stato introdotto dalla sociologia americana. Piú esplicitamente, questo rifiuto deriva dal fatto che sembra inaccettabile l'ideologia che di fatto essa veicola. Quest'ideologia è quella di un ordine che – a seconda delle circostanze – va difeso oppure ricreato, allo scopo di preservare la posizione dominante del gruppo sociale di cui si condivide il punto di vista sulla società. È questa la ragione per cui il concetto di *social control* ha un ruolo meramente apologetico oppure – come nel caso di Janowitz – giustifica un programma di riforme che ha per scopo rafforzare il sistema costituito di cui pensa (ma senza dirlo) ch'esso è il migliore possibile e che i suoi eventuali difetti sono accidentali. Questo carattere del concetto di *social control* – e questa è la seconda ragione per cui esso non è qui accettato – ne fa un pessimo strumento d'analisi macrosociologico. Certo, non si sono sbagliati quanti hanno utilizzato questo concetto (anche se le loro preoccupazioni erano differenti) nel suo senso ristretto e che hanno concentrato la loro attenzione sulle funzioni rispettive della persuasione e della costrizione nella formazione del conformismo sociale. In effetti, dal momento in cui una società viene analizzata ammettendo in partenza che essa è dotata d'un meccanismo d'autoregolazione, si trascura automaticamente il ruolo dei conflitti e dei rapporti di potere nella conservazione della coesione sociale. In altri termini: dal momento in cui la società è posta come soggetto e ad essa viene attribuita la tendenza a realizzare taluni valori, d'imporre talune regole di condotta o di reprimerne altre, di darsi degli scopi da raggiungere, si ammette implicitamente che le divisioni che la percorrono sono soltanto superficiali e che se ne può fare astrazione in un'analisi macrosociologica. Questa è solo una tendenza che è suggerita dal linguaggio stesso e che conduce a frasi come quella che qui stesso si è scritta poco sopra: «Combinate in dosi variabili, repressione e prevenzione sono degli strumenti di cui le società si servono allo scopo d'eliminare i fenomeni considerati patologici». In realtà, frasi del genere inducono in errore giacché non sono le società che si servono della repressione o della prevenzione. Sono dei gruppi, classi o categorie sociali che se ne servono nei confronti degli inferiori, i dominanti nei confronti dei dominati. In tal modo, essi esercitano gli uni nei riguardi degli altri un controllo sociale (da ora in poi si userà questa espressione, con la convinzione che gli equivoci non sono piú possibili). Loro l'esercitano, facendosi obbedire. Loro l'esercitano, piú specificamente, cercando di farsi accettare. E in ciò v'è sempre una parte di costrizione e una parte di persuasione che vanno «pesate» a seconda dei casi.

Non v'è dubbio che il controllo sociale, inteso in questo modo, è costantemente presente in tutte le società. Non v'è, si può dire, alcuna forma di potere che non abbia bisogno di stabilire forme – piú o meno evidenti, piú o meno oppressive, piú o meno sofisticate – di controllo sociale. Vale a dire che ovunque e sempre il potere cerca di allineare sulle sue posizioni il numero piú grande possibile di «soggetti»: tutto – religione e polizia, scuola ed esercito, tribunali e organizzazione del lavoro – contribuisce in forma piú o meno diretta a stabilire un controllo sociale che obblighi gli uomini a stabilirsi in un contesto dato nel rispetto piú assoluto e totale delle norme stabilite una volta per tutte (almeno, cosí si spera) dal gruppo sociale dominante. E, di fatto, esistono nella storia dell'uomo periodi a volte lunghissimi in cui un certo ordine sociale si mantiene immutato per secoli e secoli, con regole di controllo sociale quasi immutate. Né, si badi bene, queste norme sono soltanto l'espressione di istituti (giuridici) o di istituzioni (chiesa, scuola, ecc.) ma anche di concetti di cui il meno che si possa dire è che la loro definizione è estremamente labile: cosa vuol mai dire, per esempio, «il comune senso del pudore»? Eppure, proprio intorno a questo «comune senso del pudore» si manifesta la possibilità di costruire, oggi, una sorta di mappa delle zone di resistenza di un certo controllo sociale (oppure, di abbandono di questo stesso ordine): come altrimenti spiegare la resistenza sulle spiagge della Corsica al nudismo e l'accettazione di questo sulla Costa azzurra? come spiegare altrimenti la condanna del monokini sulle spiagge siciliane e la sua accettazione nelle piscine di Bolzano?

L'allusione a questo fenomeno non vuole costituire solo un facile richiamo a fatti di cronaca ma serve a mostrare in qual modo un certo tipo di controllo sociale sia messo in discussione; come questa messa in discussione incontri appoggi oppure opposizioni violentissime in funzione di stratificate situazioni locali. Ma, del pari, proprio questo fatto in se stesso assai banale dell'«esposizione» del corpo femminile consente anche di vedere come certi fenomeni affrettatamente indicati come segno di non si sa bene quale liberazione non indicano, di fatto, alcunché. Basti pensare che in paesi a controllo sociale certamente piú rigoroso che in Francia e in Italia il nudismo non contrasta per nulla col «comune senso del pudore» (per tutti: la Germania; e si ricorderà qui che il nazismo fu particolarmente propenso al nudismo...)

Tutto questo testimonia, insomma, dell'estrema difficoltà di un'analisi del controllo sociale in cui questo venga stretto in formule precise, in un «dato» che si vorrebbe oggettivo. In tal modo, meglio varrà cercare di cogliere – attraverso delle situazioni esemplari – il *modo* in cui il controllo sociale si esercita, piú che la sua *essenza* reale.

In tal senso, uno dei punti fondamentali da esaminare è certamente quello dell'educazione. In qualsivoglia sistema educativo, il principio fondamentale è quello dell'esclusione: si ritrova «escluso» chi non apprende e fa suoi i principî di quel sistema educativo. Secondo Elias [1937], un bambino che non giunge alla norma affettiva richiesta dalla società è considerato – in misura variabile – come «malato», «anormale», «criminale» oppure – nella prospettiva di una casta o di uno strato sociale dati – come «impossibile» e respinto dalla vita sociale. Meglio: l'epiteto di «malato» (nel senso psichico), d'«anormale», di «criminale», d'«impossibile» designa, fino ad un certo limite, solo questo genere di comportamento, il suo senso preciso variando secondo i modelli storici della formazione dell'affettività. Ed è ovvio che per educazione s'ha da intendere molto piú che la semplice scolarità. È educazione quel che s'insegna a proposito dell'uso del corpo, del modo

di vestire, di camminare, di sedersi a tavola. Cosí, nella tradizione cristiana, l'angelo custode sarà uno strumento estremamente importante di controllo. Si prenda, infatti, il tema del peto e del rutto. Tutta la tradizione medica fondata su Ippocrate condannava assolutamente la ritenzione poiché questa era fonte di malattie. E valeva, dunque, meglio essere ineducati che ammalarsi. Ora, soprattutto a partire da quel grande spartiacque che è costituito dal trattato di Erasmo *De civilitate morum puerilium* [1530], bisogna trattenersi, anche in privato, poiché «gli angeli sono sempre presenti». Come osserva acutamente Norbert Elias è manifesto che l'obiettivo del trattato è precisamente d'inculcare dei sentimenti di pudore. Si vuole, in tal modo, motivare il controllo delle pulsioni. Certo, in un primo momento, questo controllo è ottenuto attraverso il richiamo ad entità esterne come gli angeli; poi, col tempo, sarà conseguito per mezzo dei sentimenti di vergogna nei confronti di altre persone, ma ciò non esclude che la presenza metafisica (per cosí esprimersi) resterà (e resta) ancora presente soprattutto in ambienti contadini.

Perché qui è il punto: chi non rispetta talune norme è respinto verso il mondo contadino. Un testo tedesco del 1570 [*Wernigerodische Hofordnung*, citato in Buttlar 1897, p. 13] lo indica chiaramente. Urinare e defecare erano state considerate funzioni normali, di cui non s'aveva proprio da vantarsi ma ch'era possibile compiere in pubblico. Certo, v'erano stati interdetti di ciò soprattutto nei luoghi sacri ma nell'insieme ci si era limitati all'interdizione di guardare (e, ancor piú, di salutare) chi stesse defecando od orinando. Ora, invece, non solo v'è l'obbligo del ritirarsi in luoghi appartati per assolvere a queste funzioni ma, come appunto è detto nel testo succitato, chi non ottemperasse a tale norma si comporterebbe «come i contadini, che non hanno mai frequentato persone onorevoli e bene educate». È tutto il corpo che viene costretto nella morsa degli abiti, niente può essere mostrato se non il volto e le mani. Ma il volto stesso costituisce «pericolo» poiché vi sono il naso, la bocca, le orecchie: luoghi immondi, escrementizi anch'essi. Il XVI, il XVII e il XVIII secolo sembrano ossessionati dal naso (significativo in tal senso l'inventario della successione di Erasmo: 39 fazzoletti per una forchetta d'oro e un'altra d'argento, che, di certo, non hanno altra funzione che di servirsi dal piatto comune e non già di portare il cibo alla bocca). Ma tutto ciò non è semplice, lineare: poiché queste norme, questi comportamenti non sono generali. E non sono generali non solo perché essi non coprono tutte le sfere sociali ma anche perché all'interno di uno stesso gruppo tollerano delle infrazioni. È ben noto l'episodio riportato da Voltaire della marchesa di Châtelet che si fa versare l'acqua nel bagno dal suo cameriere: non v'è piú pudore davanti a un inferiore. Era quanto in modo estremamente chiaro aveva indicato monsignor Della Casa nel suo *Galateo*: «Oltre a ciò non si vuol l'uom recare in guisa che egli mostri le spalle altrui, né tenere alto l'una gamba sí che quelle parti che i vestimenti ricuoprono si possano vedere: perciocché cotali atti non si soglion fare se non tra quelle persone che l'uom non riverisce. Vero è che se un signor ciò facesse dinanzi ad alcuno de' suoi famigliari, o ancora in presenza d'un amico di minor condizione di lui, mostrerebbe non superbia ma amore e dimestichezza» [1558, ed. 1975 pp. 13-14]. Quel che è proibito innanzi a un

superiore è invece ammesso innanzi a un uguale e, ancor piú, a un inferiore: il re di Francia defecherà in presenza d'uno almeno dei suoi gentiluomini (anche se, come ricorda un vecchio proverbio tedesco, v'è un solo luogo in cui «anche l'Imperatore va solo»).

Naturalmente, quanto detto per il corpo, per taluni usi del corpo, vale ancor piú a proposito del vestire, delle acconciature dei capelli o della barba. Insomma: «Dèi sapere che a te convien temperare e ordinare i tuoi modi non secondo il tuo arbitrio, ma secondo il piacer di coloro co' quali tu usi, e a quello indirizzargli» [*ibid.*, p. 5].

Ecco, dunque: fin dalla nascita – si può quasi dire – un certo controllo sociale è esercitato sull'uomo. Ma, chiaramente, questo controllo si effettua in misura ancor piú netta nella scuola: lí, non solo vengono ripresi e ribaditi i criteri educazionali familiari ma altri, piú propriamente «culturali», vengono imposti attraverso omissioni e/o particolari insistenze: patria, famiglia, religione vengono insegnate nella loro dimensione «culturale». Meglio: una patria, una famiglia, una religione. E, in blocco, *una* società. *Dulce et decus est pro patria mori*, ma non si dice che la patria può anche aver torto. Non v'è altro dio al di fuori di quello che viene insegnato e somministrato, ma altri popoli hanno altri dèi ugualmente rispettabili. Dopo l'istruzione familiare, l'educazione scolastica si affaccia prepotente nella figura del maestro il cui dire non può e non dev'essere messo in discussione: «Poi scelto tale maestro, il padre conmandi a' figlioli che quello seguitino, a quello ubidiscano, e da quello sollecitamente imparino le cose gli monstra; admonisca il fanciullo che il maestro gli è in luogo di padre, non di corpo ma dell'animo, e de'costumi». Quando questo trasferimento d'autorità dal padre al maestro è compiuto, «voi fanciulli seguitate poi tale uomo, credete che ciò ch'egli vi insegna sia approvato ed utile, stimate per la sua doctrina dovere riuscire onorati fra gli uomini» [Matteo Palmieri, citato in Garin 1969, pp. 126-127].

Nel mondo occidentale l'istituzione che meglio di ogni altra ha saputo organizzare il proprio controllo sociale è stata senza dubbio la Chiesa cattolica: stabilite delle norme, si è eretici dal momento in cui da esse ci si allontana sia pur di poco. Gli eretici saranno stroncati col fuoco, con la tortura, il carcere, la morte. Ma v'è un'operazione ancor piú sottile da compiere: evitare che un pensiero eretico (o ritenuto tale) sporchi la vista o l'udito di un fedele. A ciò soccorrerà la Sacra Congregazione dell'Indice (istituita nel 1571). Tutto è rimesso in discussione: dal *De rerum natura* di Lucrezio fino alla *Storia d'Italia* del Guicciardini (per le sue critiche rivolte ad Alessandro VI). Si trattava di una vera e propria polizia del cervello che la Chiesa metteva in movimento. Ma il compito era immenso e l'operazione da semplice «impresa di controllo soprattutto eticoteologico» si trasformava in «un'opera di prevenzione arbitraria, sottile, dissimulata e quindi ampiamente irresponsabile, sospettosissima e diffidente» [Cantimori 1967, ed. 1971 p. 664]. Proprio il gigantismo dell'impresa doveva però limitarne (geograficamente) i guasti. Già nel 1614 il cardinal Bellarmino si rendeva conto che era impossibile far fronte in tutti i paesi cattolici e scriveva: «Non si straccando gli heretici e gl'inimici, non so s'io devo dir piú presto de questa

Santa Sede o dell'anime proprie, di seminar continuamente le zizanie de i loro errori nel campo della cristianità con tanti libri perniziosi che alla giornata mandano fuori di novo, è necessario che non si dormi, ma ci affatichiamo di estirpargli almeno in quei lochi dove potiamo» [citato in Rotondò 1973, p. 1399]. «Dove potiamo»: dinanzi alla diffusione di queste opere che non si può impedire vengano stampate in paesi stranieri, occorre «ovviare almeno che simil peste de' libri non infetti queste nostre parti d'Italia» [*ibid.*]. Insomma, il controllo mira ora a stabilire una cortina che separi l'Italia dall'Europa, che limiti il corpo delle conoscenze, in Italia, a un passato sterilizzato e a un presente stereotipo. Il risultato fu presto raggiunto se «agli inizi del Seicento, Thomas James, primo bibliotecario della Bodleian Library, raccoglieva in un unico catalogo tutti gli autori e titoli di opere condannate» e che per ciò stesso erano «a Protestantibus in pretio habendi». Di contro, «in Italia gli effetti di mezzo secolo di controllo e di imposizioni incontrastate erano stati ben diversi: l'osmosi con la vita intellettuale e religiosa europea era stata definitivamente interrotta, la cultura italiana si chiudeva in un isolamento angusto» [*ibid.*, p. 1404]. Ormai, come diceva Paolo Sarpi parlando dell'Italia, «nelle tenebre di queste reggioni» non era piú possibile aver conoscenza del mondo circostante [Sarpi 1604, ed. 1961 p. 167]. Ché lo scopo fondamentale di ogni e qualsiasi controllo sociale è pur sempre isolare, precludere, escludere: stabilire – attraverso la creazione dell'«asociale» – l'identità dell'«altro».

Se a tanto cospirano religione, famiglia, scuola, stato, polizia, leggi (cioè istituti e istituzioni), a fine non differente si giunge anche attraverso vie piú sottili. Cosí quella della lingua. Non si vuol qui alludere (e pure sarebbe già sufficiente) alla distinzione tra lingua e dialetto oppure lingua dominante e lingua subalterna, ma alla creazione – all'interno di una lingua colta – di modi, giri di frase, allusioni che servono a definire l'appartenenza ad una classe ben precisa. Si legga questa frase di un giovane borghese francese della fine del secolo XVII: alla padrona della casa in cui è accolto che gli chiede notizie sulla salute del padre risponde: «Il est votre serviteur bien humble, Madame, et il est toujours maladif comme bien sçavez, puisque de votre grâce, vous avez souventes fois envoyé sçavoir l'état de sa santé». Ora, con ciò, egli si rivela in pieno borghese giacché mai e poi mai un uomo di corte direbbe «comme bien sçavez», «souventes fois» oppure «maladif» [Callières 1693, p. 12]. Il nostro borghese impiega male almeno una parola su due, per quanto si sforzi di servirsi d'un linguaggio forbito. È *out*. Quest'espressione, *out* (chi è «fuori», «escluso») e *in* (chi è «dentro», «bene»), introduce un'altra dimensione del controllo sociale: quella che ha luogo non già all'interno di uno spazio sociale globale, ma all'interno di un gruppo limitato: quello dei «giovani», o degli «artisti», o dei «militanti». Può veramente un «giovane», oggi, non essere «di sinistra» e/o «ecologista»? Può un «artista» pretendere, oggi, d'ispirarsi al «classico»? Può il membro di un gruppo qualsiasi non «lottare» per il «popolo»? Sí e no corrispondono ad altrettanti modi di essere *out* o *in*, d'essere accettati o esclusi. Né si tratta di fenomeno recentissimo. Basti pensare alle regole interne degli ordini cavallereschi, alle regole «chiuse» delle corporazioni o degli ordini religiosi. Tra questi ultimi, come non pensare

a sant'Ignazio ed alla sua «Compagnia»? Già la parola (coloro che mangiano lo stesso pane) è piena d'evocazioni. Ma, con la parola, il fatto: la costrizione totale di tutti i membri attraverso la dottrina della perfetta ubbidienza per cui tutto parte dal Generale e tutto ritorna a lui e tutta la Compagnia *perinde ac cadaver* è obbediente al papa: i membri della Compagnia sono completamente alienati a questa e ritrovano tempra nuova negli Esercizi spirituali. Questi ultimi, certo, possono apparire come frutto di un eccessivo tecnicismo sentimentale e poterono sembrare (come di fatto sembrarono: ad un Cano, per esempio) come uno strumento che trasformava «gli uomini in donne, i galli in polli» [Gothein 1895, trad. it. p. 68]. Ma, di fatto, si propongono come scopo un misticismo della volontà: «Raggiungere la perfetta spassionatezza, affinché la volontà segua unicamente il puro giudizio della ragione... oppure si sottometta incondizionatamente ad un altro» [*ibid.*, p. 19]. Ed è questo che spiega come la dottrina dell'obbedienza – che costituisce la base di tutto nelle Costituzioni dell'Ordine – si svolga logicamente dal misticismo degli Esercizi spirituali.

Contro il controllo sociale che – sempre e dappertutto, anche in misura diversa – ha costretto gli uomini, questi hanno cercato di difendersi. V'è, certo, la dimensione utopica anche se, a ben guardare, le costruzioni utopistiche da Tommaso Moro a Tommaso Campanella, da Fourier a Cabet – un discorso a parte meriterebbero le utopie di pura fantasia: da Godwin (1638) a Cyrano de Bergerac (1643) – non sono per nulla libere da controllo sociale: al contrario! Il peso di norme, leggi, costrizioni (anche se – come vi si afferma – tutte giuste e tese alla felicità comune) vi è enorme. Si può affermare che la vera difesa si manifesti attraverso dei momenti di rottura: carnevali e feste dei pazzi sarebbero appunto quei momenti privilegiati in cui tutti i principî del controllo sociale vengono violati: si mangiano escrementi, si dispone liberamente della donna (e dell'uomo) altrui, s'indossano abiti e paramenti del culto, si violano ostentatamente le norme di comportamento abituale [cfr. Bourke 1891]. Bisogna chiedersi però fino a che punto anche questi momenti di grazia abbiano una loro autonomia e fin dove, invece, non facciano parte – a loro volta – di un sistema di controllo sociale che vede in essi una sorta di valvola di sicurezza. La questione non è astratta ed essa si pone con tanta piú chiarezza quando si riflette che delle usanze secolari come quella della festa dei pazzi (probabilmente ricollegabile ai Saturnalia romani) trovano la loro fine in Inghilterra con l'avvento del puritanesimo e con la grande Rivoluzione in Francia. E – checché se ne dica – la «grande festa» rivoluzionaria non è, essa, che affare d'un momento e prologo ad un piú duro controllo sociale.

Quanto sin qui detto è particolarmente incentrato sul mondo europeo. Ma non sarebbe difficile ritrovare elementi simili in altre civiltà, in altri «mondi». Si vedano questi consigli d'una madre messicana a sua figlia: «Fa' attenzione che i tuoi vestiti siano onesti e come si conviene; fa' attenzione di non ornarti con oggetti curiosi e molto lavorati, perché ciò indica poco cervello e follia» [Sahagún 1569-82, ed. 1969 II, p. 132]. E si leggano, del pari, i consigli di un padre al figlio: «Avrai un tono moderato, né alto né basso nel parlare, e che la tua parola sia soave e blanda» [*ibid.*, p. 148]; e ancora: «La misura (*honestidad*) che

devi avere nel mangiare è la seguente: quando mangi, non farlo di gran fretta...; berrai con moderazione quando berrai» [*ibid.*, p. 150]. Un monsignor Della Casa sottoscriverebbe appieno passi del genere anche perché il movente del consiglio è identico a quello che lui stesso dà nel suo *Galateo*: «Sia calmo il tuo mangiare, per non dar occasione di ridere a quelli che sono presenti» [*ibid.*]. E gli esempi potrebbero moltiplicarsi.

Sarà bene, invece, insistere su di un altro punto. Si noterà che nelle considerazioni che precedono, l'ambiguità è sempre presente: dato per scontato che il controllo sociale si esercita costantemente, è pur vero che nelle sue forme appaiono spesso delle contraddizioni. Il superiore potrà defecare in presenza del servitore; ma, nello stesso tempo, dovrà compiere enormi sforzi (di autocontrollo) per poter continuare a conservare le distanze; l'uomo di corte potrà ridere del modo di parlare del borghese e quest'ultimo potrà sforzarsi d'imitarlo ma, nel contempo, l'uomo di corte non vincerà il combattimento sociale (di classe?) col borghese e dovrà cedergli ed accettare le forme di controllo che quest'ultimo imporrà a sua volta. Il segno estremo di tutto ciò lo si potrà trovare in Freud. Questi, nella prefazione all'edizione tedesca *Scatologic Rites of All Nations*, di John G. Bourke, ricordando i corsi del professor Brouardel ch'egli aveva ascoltato a Parigi nel 1885, osserva: «Una volta, mentre illustrava le caratteristiche da cui a suo parere si può indovinare la condizione sociale, il carattere e la provenienza di un cadavere anonimo, lo sentii dire: "Les genoux sales sont le signe d'une fille honnête". Secondo lui le ginocchia sporche testimoniavano la virtú di una ragazza! Sull'affermazione che la pulizia del corpo si accompagna piuttosto al peccato che alla virtú mi soffermai spesso piú tardi, quando il lavoro psicoanalitico mi permise di rendermi conto in che modo gli uomini civilizzati affrontano oggi il problema del proprio corpo» [Freud 1913, trad. it. p. 186]. Questa considerazione è da affiancare all'altra dello stesso Freud per cui nel mondo contemporaneo «il consumo di sapone è preso direttamente a metro di civiltà» [Freud 1930, trad. it. p. 229]. È a partire da queste – e simili – ambiguità, che tutto il problema del controllo sociale è stato inquadrato in un senso molto specifico: quello della repressione delle pulsioni naturali giungendo in casi limiti di freudismo grossolano a considerare l'inquadramento storico delle varie forme di controllo sociale come non oggettivo ed attribuendo il carattere d'oggettività solo all'aspetto della repressione delle pulsioni naturali. Che il primo non sia oggettivo è un fatto certo. Meglio: la sua oggettività non è che relativa. Ma va anche detto che l'oggettività delle seconde è del tutto illusoria. E il vero contesto d'analisi di questo problema non può ormai essere che quello antropologico. Qui le cose sono molto piú chiare: «Tutte le società sono repressive e impongono nello stesso tempo un ordine individuale e un ordine sociale» [Augé 1977, p. 25]. Il gran libro di Marc Augé costituisce senz'altro il primo, vero, grande approccio a questa problematica spogliandola di tutta una serie di luoghi comuni e stabilendo taluni principî fondamentali: il potere (sociale, economico, religioso, politico) è antecedente all'apparizione delle classi; non v'è un'ideologia dominante che si contrappone a un'ideologia dominata: l'ideologia è sempre ideologia del potere, in ogni e qualsiasi forma di società. È solo cosí che si potrà

mettere in questione il sogno di società utopiche (che si crede di ritrovare nelle società «primitive» o «segmentate») prive d'ogni controllo sociale e di ogni repressione, contrapposte a delle società – statali – intrinsecamente e ineluttabilmente repressive, e porre semmai il problema delle forme concrete del potere. [L. L.].

Asor Rosa, A.
1975 *La cultura*, in R. Romano e C. Vivanti (a cura di), *Storia d'Italia*, vol. IV, tomo II, Einaudi, Torino.

Augé, M.
1977 *Pouvoirs de vie, pouvoirs de mort. Introduction à une anthropologie de la répression*, Flammarion, Paris.

Bourke, J. G.
1891 *Scatologic Rites of All Nations*, Lowdermilk, Washington (trad. it. Guaraldi, Bologna 1971).

Buttlar, K. Treusch von
1897 *Das tägliche Leben an den deutschen Fürstenhöfen des 16. Jahrhunderts*, in «Zeitschrift für Kulturgeschichte», vol. IV.

Callières, F. de
1693 *Du bon et du mauvais Usage dans les façons de s'exprimer. Des façons de parler bourgeoises, et en quoy elles sont différentes de celles de la cours*, Barbin, Paris.

Cantimori, D.
1967 *Galileo e la crisi della Controriforma*, in Autori vari, *Saggi su Galileo Galilei*, Barbera, Firenze; ora in D. Cantimori, *Storici e storia. Metodo, caratteristiche e significato del lavoro storiografico*, Einaudi, Torino 1971.

Clastres, P.
1973 *La Société contre l'Etat*, Seuil, Paris.

Della Casa, G.
1558 *Galateo*, Bevilacqua, Venezia; ed. Einaudi, Torino 1975.

Durkheim, E.
1895 *Les règles de la méthode sociologique*, Alcan, Paris (trad. it. Sansoni, Firenze 1964).

Elias, N.
1937 *Über den Prozess der Zivilisation; soziogenetische und psychogenetische Untersuchungen*, Haus zum Falken, Basel; Francke, Bern 1969².

Erasmo da Rotterdam
1530 *De Civilitate morum puerilium*, Hillenius, Antwerpen.

Freud, S.
1913 *Geleitwort zu »Der Unrat in Sitte, Brauch, Glauben und Gewohnheitsrecht der Völker« von John Gregory Bourke*, Ethnologischer Verlag, Leipzig (trad. it. in *Opere*, vol. VII, Boringhieri, Torino 1975, pp. 186-88).
1930 *Das Unbehagen in der Kultur*, Internationaler Psychoanalytischer Verlag, Wien (trad. it. Boringhieri, Torino 1975²).

Garin, E.
1969 *Educazione umanistica in Italia*, Laterza, Bari.

Gothein, E.
1895 *Ignatius von Loyola und die Gegen-Reformation*, Niemeyer, Halle (trad. it. La Nuova Italia, Venezia 1927).

Gumplowicz, L.
1883 *Der Rassenkampf. Soziologische Untersuchungen*, Wagner, Innsbruck.
1885 *Grundriss der Soziologie*, Manz, Wien.
1910 *Sozialphilosophie im Umriss*, Wagner, Innsbruck.

Janowitz, M.
1975 *Sociological Theory and Social Control*, in «American Journal of Sociology», LXXXI, pp. 82-108.
1976 *Social Control of the Welfare State*, Elsevier, New York - Oxford - Amsterdam.

Le Bon, G.
1895 *La psychologie des foules*, Alcan, Paris (trad. it. Longanesi, Milano 1970).

Le Play, F.
1855 *Les ouvriers européens. Etudes sur les travaux, la vie domestique et la condition morale des populations ouvrières de l'Europe. Précédées d'un exposé de la méthode d'observation*, Imprimerie Impériale, Paris.
1857-85 (a cura di) *Les ouvriers des Deux-Mondes. Etudes sur les travaux, la vie domestique et la condition morale des populations ouvrières des diverses contrées et sur les rapports qui les unissent aux autres classes*, Société d'économie et de Sciences Sociales, Paris.

Michels, R.
1911 *Zur Soziologie des Parteiwesens in der modernen Demokratie. Untersuchungen über die oligarchischen Tendenzen des Gruppenlebens*, Klinckhardt, Leipzig (trad. it. Il Mulino, Bologna 1966).

Ortega y Gasset, J.
1930 *La rebelión de las masas*, Ed. Revista de Occidente, Madrid (trad. it. Il Mulino, Bologna 1974).

Parsons, T.
1937 *The Structure of Social Action*, McGraw-Hill, New York (trad. it. Il Mulino, Bologna 1962).

Pintard, R.
1943 *Le libertinage érudit dans la première moitié du XVIIe siècle*, Boivin, Paris.

Rotondò, A.
1973 *La censura ecclesiastica e la cultura*, in R. Romano e C. Vivanti (a cura di), *Storia d'Italia*, Einaudi, Torino, vol. V, tomo II, pp. 1397-492.

Sahagún, B. de
[1569-82] *Historia general de las cosas de Nueva España*, Valdés, México 1829-30; ed. Porrua, México 1969.

Sarpi, P.
[1604] Lettera a J.-A. de Thou, 23 marzo; ora in *Lettere ai Gallicani*, Steiner Verlag, Wiesbaden 1961.

Sighele, S.
1891 *La folla delinquente*, Bocca, Torino.

Spengler, O.
1918-22 *Der Untergang des Abendlandes. Umrisse einer Morphologie der Weltgeschichte*, Beyer, München (trad. it. Longanesi, Milano 1957).

Thomas, W. I., e Znaniecki, F.
1918-20 *The Polish Peasant in Europe and America. Monograph of an Immigrant Group*, 5 voll., Badger, Boston (trad. it. Comunità, Milano 1968).

Vincent, G.
1896 *The Province of Sociology*, in «American Journal of Sociology», I, pp. 473-91.

Znaniecki, F.
1921 *Upadek cywilizacji Zachodniej*, Nak komitetu Obrony narodowej, Poznán.

In ogni **società** l'attività di determinati individui e gruppi (cfr. **gruppo**) è controllata da altri individui e da altri gruppi. Nelle società divise in caste (cfr. **casta**) o in **classi**, sono quelle che occupano la posizione dominante nella gerarchia che sottomettono le altre al loro controllo (cfr. **élite**). Sono rare le **istituzioni** di cui si può dire che non partecipano

all'esercizio di un tale controllo. In sede sociologica il concetto di controllo sociale manifesta le sue origini legate alle esigenze dell'integrazione sociale di **masse** contadine (cfr. **contadini**) inurbate o migrate in altri paesi (cfr. **migrazione**), in entrambi i casi diventando **proletariato**.

All'interno della **famiglia**, cosí come nella scuola (cfr. **insegnamento**), il bambino e l'adolescente (cfr. **infanzia**) sono sottoposti ad un'**educazione** (cfr. **socializzazione**) che porta all'**adattamento** a ruoli stabiliti (cfr. **ruolo/status**). Il controllo è esercitato anche dall'**impresa**, in particolare sul e col **lavoro**; dalle istituzioni religiose (cfr. **religione, chiesa**) mettendo in funzione un sistema di **censura**; dai **partiti** politici sui loro membri, nelle società pluraliste, e su tutti, nelle società totalitarie.

Infine, piú precisamente, lo **stato** e le istituzioni giuridiche (cfr. **costituzione, diritto**) reprimono (cfr. **repressione, consenso/dissenso**) i comportamenti (cfr. **comportamento e condizionamento**) devianti o criminali, le minoranze (cfr. **maggioranza/minoranza**) e i fenomeni di **marginalità**, utilizzando al limite la **violenza**. In questi ultimi tempi si deve far riferimento anche ad un tipo di normalizzazione medica o psichiatrica (cfr. **desiderio, cura/normalizzazione, castrazione e complesso, normale/anormale**). Lo studio del controllo sociale permette altresí di comprendere i meccanismi che assicurano la coesione sociale, a condizione tuttavia che il controllo sociale non venga assimilato alla **regolazione** che la società compie di se stessa, ma sia visto come uno strumento che permette di risolvere ogni **conflitto** ed a mantenere la stabilità (cfr. **stabilità/instabilità**) a vantaggio di chi occupa nella società posizioni di privilegio.

Emozione/motivazione

1. *Tre situazioni.*

Prima di entrare nel «vivo» dell'argomento desidero ricordare tre scene, tre situazioni a mio avviso esemplari, che ci tufferanno nel cuore della problematica.

La prima viene raccontata da Piaget. Mentre un giorno osservava un bambino di un anno che giocava nel box, uno dei giocattoli del piccolo finí per caso al di là delle sbarre; era un giocattolo molto grande, che poteva passare tra le sbarre solo in posizione verticale. Il bambino, che voleva quel giocattolo e tentava disperatamente di recuperarlo, ci riuscí, per caso, dopo averlo girato dal verso giusto. Ma per nulla soddisfatto di questo successo, il piccolo lo fece cadere di nuovo oltre le sbarre, ripetendo la cosa piú volte sino a «capire» la «regola del gioco» [1967, p. 483].

La seconda situazione è un'esperienza-spettacolo realizzata da José Delgado, dell'università americana Yale. Gli spettatori erano invitati ad assistere a una corrida di nuovo tipo: in un'arena il dottore, avvolto nella cappa rossa, affrontava un toro infuriato, avendo però precedentemente inserito in modo permanente degli elettrodi nel cervello dell'animale. Agendo su di un radiotrasmettitore che gli permetteva di stimolare a volontà il cervello dell'animale, Delgado era in grado di arrestare tutte le cariche del toro infuriato, e di controllarne l'umore [Delgado 1969].

La terza situazione ha avuto luogo nel laboratorio dei Gardner, all'università di Reno. Procedendo nei loro studi sulle capacità linguistiche degli scimpanzé, questi ricercatori hanno allevato in un «ambiente linguistico» due scimmiette, Pili e Moja. Quest'ultima prendeva parte ogni giorno a sedute di lavoro, nel corso delle quali si divertiva a tracciare degli scarabocchi. Un giorno d'aprile del 1976 fece un disegno diverso da tutti gli scarabocchi precedenti, in quanto sembrava «incompiuto». L'interlocutore uomo chiese allora alla scimmia, tramite il codice che le aveva insegnato, di «tentare ancora», ossia di portare avanti il disegno continuando ad imbrattare il foglio. Avvenne allora quanto segue: la scimmia posò il pastello e rispose nello stesso codice «Finito». Il suo professore le domandò allora «Cos'è questo?», riferendosi a quello che, stando a quanto affermava la stessa scimmia, era divenuto un disegno compiuto. E Moja rispose «Uccello» [Bolzoni 1976].

Sia il bambino sia il toro sembrano motivati ad agire, ossia, in altre parole, ad orientare le loro azioni. Ma si può affermare che in entrambi i casi si tratta dello stesso impulso ad agire? La possibilità di una risposta affermativa spiega facilmente il disagio che si prova durante la lettura della seconda scena. Si ha la sensazione che la nostra integrità – la nostra persona – vengano minacciate dai minuscoli elettrodi del professore-mago. Non è forse possibile immaginare una sperimentazione che consenta di controllare e di dirigere la com-

prensione del bambino? La spontaneità organizzatrice che credevamo di scoprire dietro i gesti del piccolo non sarebbe allora altro che un fantasma soggettivo – e la libertà, probabilmente, un'impotenza della ragione. E tuttavia sembra fuori dubbio che l'interesse del bambino nella situazione descritta raggiunga lo stesso livello d'intensità di quello dello sperimentatore nelle tre situazioni ricordate. La risposta fortuita ottenuta dall'ambiente ha senz'altro provocato nel bambino una forte emozione. Ma è possibile ridurre alla semplice impressione di un ordine esterno l'insieme complesso dei gesti con i quali il bambino, ripetendo ogni volta la situazione dall'inizio, fa suo lo choc emotivo controllando il proprio ambiente? Non bisogna piuttosto vedere in questa spontaneità l'espressione di una forza interiore organizzatrice che finalizza ogni gesto? Anche la scimmietta sembra sia stata spontaneamente motivata a riprodurre – o piú esattamente a costruire – sotto forma grafica un dato universale, partendo dalla sua esperienza concreta e dal suo vissuto affettivo. È possibile che la scimmietta abbia provato un'emozione creativa, di tipo cognitivo dapprima, provocata da questo suo accedere all'essenza, ma forse rintracciabile ancor piú profondamente nel gesto poetico stesso, che sembra farle trascendere la sfera emotiva. In ogni caso bisogna confessare che siamo stati noi, spettatori, ammutoliti di colpo, ad essere commossi; noi abbiamo corso il rischio di venire mossi dall'esterno, da questo strano dialogo che tutto a un tratto ci appare come il segno della nostra assenza. La seconda situazione s'illumina allora di una strana luce: e se il dottore si vendicasse piegando alla sua volontà la forza viva del toro che suscita in lui un'emozione, perché è il segnale della sua impotenza ontologica ad essere completamente il «padrone»: ad essere cioè colui che detta le regole del gioco, che dichiara «esistente» il frutto del suo desiderio, e «reale» il suo piacere?

In realtà queste tre situazioni rivelano l'intero campo della nostra umanità; l'elemento cognitivo e quello affettivo si sostengono l'un l'altro, e sarebbe molto difficile – ma può darsi che proprio in questo consista il limite ambiguo del nostro essere – isolare le prospettive teorica, etica ed estetica che insieme concorrono a formare ciascuna delle tre situazioni. Emozione e motivazione si spostano dall'una all'altra, e uniscono i soggetti che osservano a quelli osservati inserendoli insieme, e quindi in modo equivoco, nella incerta dimensione del vissuto.

2. *La motivazione.*

Occorre subito sottolineare l'ambiguità di questo concetto: o si tratta di una nozione vuota che è soltanto un segnale della nostra incapacità a comprendere i meccanismi alla base di quello che essa pretende di spiegare, ovvero si tratta del concetto che sostiene l'oggettività psicologica designando la causa dell'attività psichica e permettendo di comprenderla nella sua fenomenologia.

Per tentare di delimitare quest'ambiguità si deve come prima cosa distinguere tra motivazione e bisogno. Il concetto di bisogno diventa operazionale

nell'ambito della fisiologia. Il comportamento di bisogno è la risposta dell'organismo a una situazione interna; il bisogno è l'espressione stessa della sopravvivenza e riflette l'autoconservazione dell'essere vivente attraverso il suo metabolismo necessario. Partendo da un'azione primaria dell'essere vivente, ne determina una risposta attiva che ha lo scopo di mantenere le sue strutture sulla loro base. Lo si può paragonare a un'esigenza di ricarica di materia, di energia e di informazione; è uno «stato di cose» esistente all'interno dell'organismo. L'azione generale dell'organismo che lo sottende ne consente un approccio statico, descrivibile in termini di stabilità e d'instabilità.

Il concetto di motivazione postula una realtà alla base dell'insieme di attività che consentono una regolazione e un controllo dei bisogni attraverso un'azione dell'organismo sull'ambiente. Studiando queste attività nella loro logica e nella loro unità, si suppone alla base di ogni comportamento un'attività motivazionale (che raddoppia questo stesso comportamento) che traduce le leggi generali del metabolismo. Una motivazione è un'attività selettiva nello stock di possibilità d'azione a disposizione dell'organismo; questa differenziazione consente delle *performances* comportamentali. Una motivazione indica una canalizzazione dell'attività generale dell'organismo attraverso la messa in atto di una sequenza di comportamenti volti al raggiungimento di un oggetto-meta.

In quanto tale, essa non è piú oggetto di studio della fisiologia (anche se quest'ultima è in grado di descrivere momento per momento tutto quello che avviene a livello organico nel comportamento motivato). Dal punto di vista statico corrisponde a uno «stato» del sistema nervoso che fa riscontro allo stato fisiologico indicato dal bisogno. Ma dal punto di vista dinamico essa rientra nel campo della psicologia in quanto è alla base di ogni azione (incluse quelle cognitive) dell'organismo sull'ambiente, poiché indica la possibilità di una differenziazione dell'attività non finalizzata dell'organismo. Variabile intensiva del comportamento, sarebbe oggettivabile attraverso una variazione dell'attività dell'animale.

Il concetto di motivazione sembra contraddire gli assiomi della teoria behaviorista. Ed è proprio nel campo della psicologia della motivazione che le tesi behavioriste sembrano avere maggior risonanza, in quanto consentono un'intransigenza operazionale.

Secondo la teoria behaviorista dello schema S-R, l'organismo è essenzialmente reattivo all'ambiente che lo circonda. Questo non vuol dire che vengono negati i bisogni interni che sono alla base dei comportamenti, ma che l'attività psicologica è soltanto reattività. Dato che lo stato psicologico naturale di un essere vivente è l'inattività, ogni comportamento mira a ristabilire l'inazione attraverso un atto consumatorio. È cosí possibile l'oggettività psicologica, poiché esiste un rapporto immediato tra il livello di bisogno e lo stimolo stesso: esiste tra essi un adeguamento, che rende possibile l'apprendimento, poiché l'oggetto psicologico è perfettamente malleabile. In un simile contesto la motivazione appare inutile come relè psicologico tra lo stato organico e lo stimolo.

Ciò nonostante, nel panorama concettuale della teoria behaviorista dell'apprendimento, traspare il concetto di motivazione. Per rendere conto dei fatti occorre classificare le motivazioni in primarie e secondarie, e stabilire tra esse una differenza.

La spiegazione pavloviana del comportamento impone di postulare l'esistenza di una motivazione primaria nell'organismo, che corrisponde all'esigenza di azione che ogni organismo superiore sente quando si trova in uno stato di bisogno fisiologico. A partire da questa esigenza, le motivazioni primarie si dividono in appetitive e aversive. L'intero campo del comportamento viene cosí differenziato (e quindi valorizzato dal punto di vista dell'organismo) nelle due dimensioni della ricerca e della fuga; queste motivazioni corrispondono alle risposte incondizionate dell'organismo. Il concetto di motivazione può essere visto come un aspetto della nozione pavloviana di «stato funzionale» (stato del sistema nervoso che determina l'insieme delle attività dell'organismo). Tale concetto risulta necessario alla sperimentazione, poiché rende conto della differenziazione dell'attività globale dell'organismo condizionabile. La motivazione primaria è anche quella che consente il rinforzo primario (perché il cane salivi al suono di un metronomo è necessario che questo suono sia stato associato alla presentazione di cibo, e quanto piú il cane avrà fame tanto piú veloce sarà la comparsa della risposta condizionata). L'elemento di rinforzo deve essere visto come un oggetto-meta che consente il condizionamento.

La motivazione secondaria spiega invece il condizionamento (o l'apprendimento) come acquisizione di una propensione ad agire. Non si tratta tanto di una reazione acquisita, quanto piuttosto di una canalizzazione della reazione a partire dalle motivazioni primarie e dall'attività globale indifferenziata. Quando si associa per esempio uno stimolo condizionale (il suono di un metronomo) a un secondo stimolo neutro (per esempio un quadrato nero) si può vedere come il campo della risposta condizionata si estenda anche a questo secondo stimolo. Sembra, quindi, che una motivazione acquisita intervenga in tutti i condizionamenti, e che si debba attribuire una *potenzialità motivazionale* ad ogni oggetto dell'ambiente.

Il ruolo della motivazione è di conseguenza duplice: può intervenire 1) nell'acquisizione di una risposta condizionata e 2) su una risposta condizionata già stabilizzata.

Sono stati fatti molti esperimenti per cercare di studiare il ruolo della motivazione nella risposta condizionata. Negli esperimenti del tipo «cane di Pavlov», la risposta allo stimolo condizionale è molto meno sensibile quando l'animale è sazio. In termini generali si può quindi dire che quanto piú è forte la motivazione (sia essa appetitiva o aversiva), tanto maggiore è l'intensità della risposta e tanto piú difficile è la sua estinzione. Il concetto di motivazione sembra quindi necessario non già per descrivere la competenza di un organismo, ma piuttosto la sua *performance*. Questa infatti sembra dipendere soltanto dal grado di motivazione. Tuttavia, quando la motivazione è troppo forte si osserva un abbassamento del livello di *performance*, e una disorganizzazione del comportamento. Nondimeno, tanto piú l'apprendimento è stato

stabilizzato dal condizionamento, tanto meno l'intensità della motivazione tende a distruggerlo. Tutto questo è assai difficilmente spiegabile nel quadro del behaviorismo, che può rispondere solo con una serie di ipotesi ad hoc.

Sono invece proprio lo studio e la spiegazione dell'acquisizione di una risposta condizionata che debbono postulare la motivazione come la variabile determinante del processo. Per Hull [1943; 1952] il diminuire della motivazione costituisce di per sé il rinforzo. Paradossalmente lo stimolo condizionale acquisisce il suo potere motivante perché corrisponde a una possibilità di diminuzione dell'intensità della motivazione, ed indica quindi un «canale» che porta all'attualizzazione dell'attività globale dell'organismo. Spingendosi oltre, Miller [1944] è stato in grado di mostrare l'importanza dei rinforzi negativi, che corrispondono esattamente a una riduzione dell'intensità motivazionale dello stimolo. Generalizzando questa posizione si può affermare che gli stimoli neutri hanno potenzialmente un effetto di rinforzo, perché possono essere associati a una diminuzione della motivazione.

La motivazione appare quindi come un fattore differenziale nelle condizioni globali di reattività dell'organismo. Per Nissen [1954] la motivazione esprime la differenza di soglia di sensibilità di ciascun organismo a uno stimolo dato. Il suo ruolo sarebbe duplice: 1) una funzione di sensibilizzazione e 2) una funzione d'attivazione. Mentre da una parte piú forte sarà la motivazione piú bassa sarà la soglia di sensibilità a uno stimolo, dall'altra verrà maggiormente attivato il comportamento. Pura variabile differenziale, la motivazione perde ogni caratteristica direzionale: è una potenzialità di reazione che non ha in sé alcuna specificità di risposta. La caratteristica piú evidente della motivazione – la sua direzione – è dunque esogena: si limita a rispecchiare l'ordine di successione degli stimoli. Per Hull, invece, la motivazione è una *tensione* piú o meno forte che esprime i bisogni dell'organismo, permettendogli di attribuire a fattori stimolanti delle potenzialità di canalizzazione delle attività consumatorie; questi «canali» sono necessari alla sopravvivenza dell'organismo, e nondimeno sono rigorosamente acquisiti.

Il behaviorismo si trova quindi intrappolato in un paradosso. La direzione della motivazione appare come il rigoroso risultato dell'apprendimento; ma, anche se necessaria per spiegare i fatti, non è piú chiaro che cosa designi, perché alla fine essa sembra essere il risultato di quel processo che pretende di spiegare – e questo non ha niente a che vedere con un meccanismo del tipo feedback: sostenere ciò vorrebbe dire confondere il livello concettuale col livello oggettivo.

L'etologia – soprattutto attraverso la scuola oggettivista – ha permesso al contrario d'insistere sull'aspetto innato di questi «canali» di realizzazione dell'azione. Secondo questo quadro teorico lo stimolo agisce come un dispositivo di scatto (*releaser*) su schemi comportamentali innati. Sin dal suo apparire lo stimolo è integrato in una situazione significante; quindi il rinforzo che canalizza l'azione è successivo in rapporto al progredire dell'azione stessa. La motivazione è quindi predeterminata nell'effettuazione dell'azione: esprime l'esigenza di compiere un'azione attraverso tutto un meccanismo (che determina

uno schema comportamentale) di attivazioni e di inibizioni. L'oggetto-meta è integrato in una situazione globalmente significante, e può essere raggiunto soltanto tramite questa continuità e questa unità nell'azione che esprime la motivazione.

Craig [citato in Eibl-Eibesfeldt 1967, trad. it. p. 60] aveva già studiato questa disponibilità all'azione, che non si manifesta con un'agitazione indifferenziata bensí attraverso delle «disposizioni specifiche». Il comportamento dell'animale è canalizzato da una successione significativa di stimoli. L'attività globale dell'organismo è immediatamente differenziata da situazioni scatenanti. Quindi, in assenza di stimoli specifici, si osserva una sostituzione del fine, che permetterà comunque la consumazione della motivazione. Spingendosi oltre, Leyhausen [citato *ibid.*, p. 61] vede la motivazione come un'integrazione del livello d'attualizzazione, e quindi di canalizzazione e di derivazione dell'attività globale dell'organismo. Cosí, quando in uno schema comportamentale uno dei momenti non è stato realizzato, l'animale può andare di nuovo in cerca di una situazione significante stimolatrice che gli permetta di effettuare il sottoschema «obliato». È possibile al limite ritenere che questo oblio possa essere colmato da oggetti sostitutivi, o addirittura da attività fini a se stesse. In un simile quadro teorico la motivazione garantisce l'integrazione di una sequenza, la cui articolazione è innata, di azioni che conducono a uno o piú oggetti-meta.

Lorenz [1963] ha tentato di spiegare questo fattore motivazionale con un modello «idraulico». Secondo lui l'attività dell'organismo, in tal modo differenziata da sequenze comportamentali programmate, ha bisogno di postulare l'esistenza di una tensione anteriore a questi comportamenti che li carica di potenzialità. Si tratta quindi di potenzialità motivazionale bruta; è solo in presenza di stimoli *specifici* che questa potenzialità si attualizzerà in un determinato comportamento. Si può affermare che, quanto maggiore sarà l'accumulo di questa potenzialità, tanto piú sarà elevato il livello di motivazione; e il dispositivo di scatto ne consente la liberazione attraverso schemi programmati.

Il concetto di motivazione esprime quindi, come sostengono anche i behavioristi, un grado di tensione. Tuttavia i dati fornitici dall'etologia sembrano soprattutto indicare il fattore differenziante di un'attività primaria. Se in un simile quadro innatista la motivazione continua ad avere un senso, con essa non si potrà intendere altro che le possibili trame d'espressione di questa tensione secondo l'insieme dei rapporti (insieme organizzato probabilmente secondo un ordine gerarchico [cfr. Kortlandt 1955; Tinbergen 1951; Baerends 1958; Hinde 1953]) tra la situazione interna e quella esterna. Designerebbe quindi piuttosto un campo *combinatorio* anziché una semplice intensità di comportamento; ed è proprio quello che sembrano indicare le esperienze multiple fatte sulle combinazioni dei comportamenti e sulle relazioni esistenti tra i loro diversi canali di realizzazione. Tra di essi esiste una interrelazione profonda.

Sembra quindi indispensabile rendere piú complessi gli schemi del neobehaviorismo e della scuola oggettivista. In entrambi i casi, a partire da un'intensità globale che determina l'attività generale di un organismo, si descrive il comportamento come un legame «causale-lineare» che permette di associare la variazione di ogni fattore interno o esterno a una motivazione puntuale. Questa ipotesi è stata formulata per poter far corrispondere ad ogni comportamento una motivazione, ma in effetti è solo un'ipotesi che permette di attribuire a una situazione sperimentale un'apparenza di spiegazione.

Se il concetto di motivazione ha un senso, deve sfuggire alle spiegazioni circolari secondo le quali esso dipende dalle variazioni di quello stesso comportamento che pretende di spiegare. Già Tolman [1932] lo riconosce quando considera la motivazione come una «variabile intermedia». Tolman propone due tipi di variabili che determinano il comportamento: le variabili indipendenti e le variabili dipendenti. Nel caso della sete, ad esempio, la durata della privazione d'acqua è da classificarsi tra le prime, mentre la quantità d'acqua bevuta è da classificarsi tra le seconde. Tra le due si postula una «motivazione della sete», che permette la coerenza del comportamento di sete e la messa in relazione dei due gruppi di variabili. Ad uno schema rigidamente determinista (fig. 1), dove un'infinità di rapporti dovrebbe poter svuotare la motivazione di ogni espressione di un'interiorità, viene sostituito lo schema combinatorio (fig. 2) dove la motivazione come variabile intermedia funziona come un nodo che permette una ridistribuzione dei fattori. La motivazione non corrisponde a una struttura (e quindi non la si può definire né acquisita né innata), ma è l'effetto combinatorio tra i diversi livelli d'organizzazione e i diversi schemi comportamentali.

Un simile approccio combinatorio sembra consentire una ristrutturazione dei lavori delle due scuole precedenti rendendo soprattutto possibile la loro comunicazione con i livelli della fisiologia e della neurofisiologia, permettendo infine un approccio cognitivista del fenomeno in termini di livelli d'attivazione.

Ma si corre cosí il grosso rischio che l'unità di organizzazione del comportamento si perda in un atomismo statistico. Per evitare questo rischio bisogna chiedersi se sia possibile porre in risalto un dinamismo globale che determini un «campo» psicologico, ossia un continuum che sottenda l'insieme delle motivazioni e attribuisca loro i rispettivi percorsi individuali. Dal punto di vista metodologico si tratta di definire immediatamente un insieme di ostacoli che limitino a priori il numero di quelli possibili, consentendo tuttavia attività dirette verso oggetti-meta integrati in situazioni significative. L'aspetto combinatorio della motivazione scompare allora davanti a quello *conflittuale*. Le opere di Lewin e di Freud sono la rappresentazione in campo psicologico di questo approccio alla motivazione. Per il primo ogni conflitto motivazionale è deducibile a partire dalle attuali condizioni topologiche del campo psicologico; per il secondo ogni attualizzazione della motivazione deve essere compresa nel suo rapportarsi a una determinazione individuale, come storia di un soggetto, di una potenzialità indifferenziata di azioni. In entrambi gli autori la causa viene intesa come tensione.

Le opere di Lewin sui conflitti motivazionali sono una conseguenza dei suoi studi sulla *Gestalt* e sulla fenomenologia. La teoria della *Gestalt* si pro-

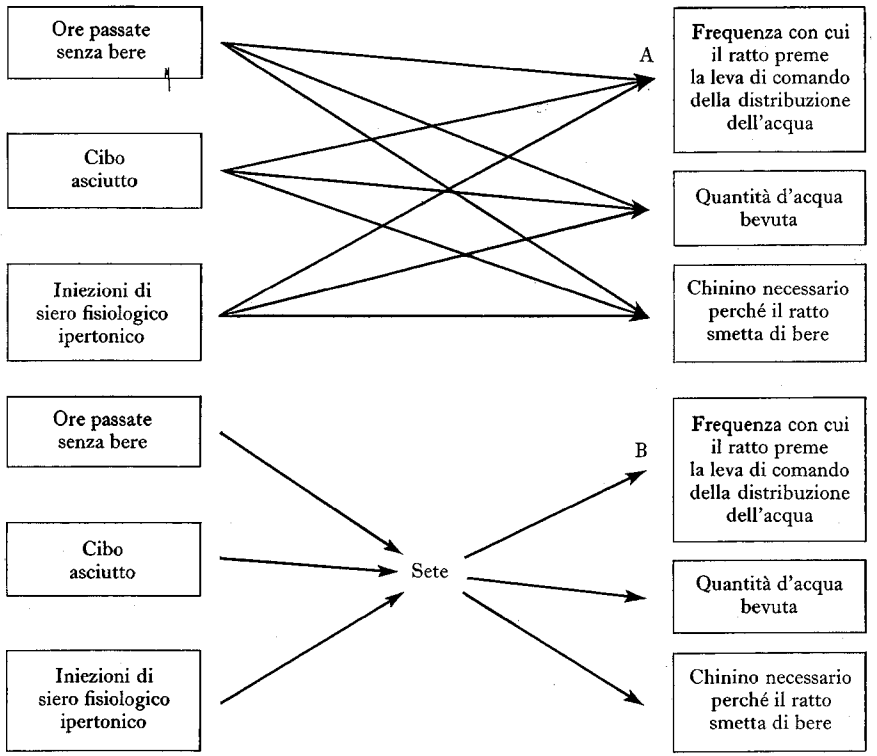


Figure 1-2.

Analisi «classica» di un comportamento. Per analizzare il comportamento «bere» di un ratto si possono studiare le nove relazioni possibili fra i tre modi di assetare un ratto e i tre modi di misurare i risultati delle cure.

Postulando l'esistenza di una pulsione variabile, la sete, lo schema sperimentale risulta semplificato e il numero delle relazioni è ridotto a sei.

pone come una teoria dinamica del campo psicologico: essa sostiene che l'energia che costituisce questo campo è ripartita in modo ineguale, e la differenza che ne consegue dà vita al gioco di rapporti tra le varie parti che costituiscono il campo. Lewin sviluppa questa teoria [1954; 1959]; per lui questo insieme di rapporti determina uno *spazio vitale* che integra come sottoinsiemi delle zone di attrazione rappresentate dalle motivazioni del soggetto e dagli oggetti esterni. Lo spazio vitale definisce un campo di ostacoli determinati da: 1) le condizioni fisiche di stabilità di questo campo (ivi incluso il soggetto) e 2) le sue condizioni topologiche. L'insieme delle trasformazioni possibili che ne deriva è espressione delle motivazioni del soggetto, le quali attribuiscono

a zone di questo spazio una «valenza» (positiva o negativa) che le differenzia dal sostrato che le porta e le definisce come delle attrattive per il campo. Lo spazio vitale nella sua totalità viene cosí differenziato momento per momento. Il vario modo di combinarsi degli ostacoli determina i campi di possibilità dei comportamenti e i canali possibili per l'espressione delle motivazioni. La forma topologica del campo motivazionale è una risultante del gioco complesso degli equilibri piú o meno locali e dei meccanismi psicologici di ricerca di nuovi *plateaux* di stabilità. Ogni punto del campo è in ogni istante l'espressione di un conflitto tra forze molteplici. Il loro incontrarsi determina il comportamento del soggetto, ma in effetti ciascuno di questi punti si vede attribuire le proprie condizioni locali dalla totalità del campo.

Secondo Lewin esistono tre tipi di situazioni conflittuali che determinano la motivazione: 1) una motivazione determinata da due valenze positive, 2) una motivazione determinata da due valenze negative e 3) una motivazione determinata da due valenze opposte. La tensione globale dello spazio vitale può essere cosí compresa in termini d'intensità. Si possono allora affrontare i fenomeni della motivazione in modo quantitativo sulla base di leggi molto semplici: le valenze sono proporzionali alla distanza dalla meta, e la valenza che predomina in un conflitto è quella piú forte. Questa concezione si avvicina molto alla classificazione dei conflitti fatta da Hull, che attribuisce la loro intensità alle motivazioni; queste possono essere di tre tipi: 1) avvicinamento-avvicinamento, 2) evitamento-evitamento, 3) evitamento-avvicinamento. Proprio sulla base di questa somiglianza di punti di vista tra Lewin e Hull, è stato possibile convalidare sperimentalmente le teorie di Lewin sulle situazioni conflittuali. Sulla base di queste esperienze, Miller è stato in grado di costruire un modello delle situazioni conflittuali in termini di gradienti di avvicinamento e di gradienti di evitamento, dove tra i due gioca un'asimmetria d'intensità.

Ma oltre a questo punto di vista quantitativo, la teoria di Lewin è interessante per l'impegno ontologico del suo autore circa il funzionamento stesso dello psichismo. Per lui gli schemi della dinamica dello spazio vitale comportano due livelli: il livello della *realtà* e quello dell'*irrealtà*. Quest'ultimo consente al soggetto di *ristrutturare* attraverso l'attività psicologica il proprio spazio vitale in modo piú soddisfacente di quanto non potrebbe fare a livello del reale. Attraverso l'attività psicologica il soggetto sfugge quindi a quelle limitazioni di equilibrio e di spazio fisico esistenti nel suo spazio vitale. In realtà il campo va visto come una combinazione di ostacoli pregnanti (interni ed esterni). L'irrealtà non indica una negazione di questi ostacoli, bensí la possibilità di un gioco all'interno degli stessi, tramite una trasformazione dei rapporti tra le motivazioni del soggetto. Si tratta quindi di un'attività combinatoria che proietta relazioni immaginarie nello spazio vitale del soggetto quando i conflitti che lo sostengono dànno origine a una tensione troppo forte.

Sembra tuttavia necessario aggiungere a questo quadro teorico quello che potremmo definire un livello di «sotto-realtà». Non si tratta di un concetto usato da Lewin o dalla sua scuola, ma sembra necessario postularlo per spie-

gare i fatti messi in evidenza dalla sperimentazione, quella di Dembo in particolare. In questo tipo di esperimenti il soggetto non può uscire da una situazione insostenibile proiettando i suoi conflitti motivazionali a livello dell'irrealtà. Quando la tensione diviene troppo forte si assiste a una *destrutturazione* del campo psicologico. Gli impedimenti divengono delle semplici privazioni, e non delle potenzialità di superamento dei conflitti.

Cosí, per un gioco fra questi tre strati ontologici, la tensione che sostiene il campo motivazionale sembra la condizione generale della rappresentazione stessa, in quanto realizza la condizione di possibilità di una combinatoria che consente di modellare lo spazio vitale all'interno di questi conflitti (come aveva osservato la Zeigarnik, anch'essa allieva di Lewin).

Nel progetto metapsicologico di Freud l'attività psichica viene subito vista come una tensione che genera dei conflitti; ma questi conflitti derivano dalle mediazioni necessarie che determinano la durata di un soggetto.

Questa tensione che pervade lo psichismo non è eliminabile, perché realizza l'espressione della vita stessa. Secondo Freud ogni atto psicologico è motivato dal tentativo di eliminare la tensione che lo provoca, inteso come ricerca del piacere. L'attività psicologica, come ogni atto biologico, si spiega con un duplice orientamento: 1) un principio di costanza, che tende ad assicurare una stabilità massimale all'organismo mantenendolo al piú basso livello di tensione, e 2) un principio di piacere che finalizza ogni atto psichico verso questo livello piú basso, e, attraverso la realtà dei conflitti inconsci, lo canalizza verso questo livello di massima distensione. La tensione che realizza la potenzialità degli atti psichici realizza anche il campo delle pulsioni, impulsi differenziati a livello dell'inconscio a partire dalla tensione originaria che è quella della vita.

Il campo delle pulsioni si estende tra questi due poli: la vita e la morte. Le pulsioni di vita realizzano l'integrazione dell'organismo a tutti i suoi livelli: consentono la conservazione di un'unità attraverso la variazione e la combinazione dei rapporti dell'organismo. La vita che esse esprimono va intesa come il fattore di trasformazione possibile dei conflitti. Le pulsioni di morte realizzano la tendenza naturale alla disintegrazione di ogni insieme di rapporti; si tratta dunque del fattore di differenziazione all'interno dell'unità dell'organismo. Queste pulsioni si realizzano con la ripetizione dello stesso motivo che genera cosí tutte le rappresentazioni; ognuna di esse è in effetti una distensione, perché reca in sé la traccia di un oblio e di un'alterità.

Ma si tratta in effetti di un'unica ed identica realtà: le pulsioni di vita e le pulsioni di morte suonano sul registro dell'altro e dello stesso. Il tempo «auto» non si può applicare esclusivamente alle prime, e l'alterità non è il segno distintivo delle pulsioni di morte. La tensione che è all'origine dello psichismo fa sí che ogni privazione sia una potenzialità per il suo stesso esistere in quanto espressione di un conflitto.

Nascono cosí le istanze dello psichismo. Il conscio è proprio il luogo in cui questi conflitti si esprimono in rappresentazioni, e quindi il luogo da cui si riparte verso il livello di minore tensione possibile. L'inconscio non designa una privazione, ma una potenzialità, che è alla base della totalità dell'attività

psichica. I desideri rappresentano quelle zone di differenza dove la tensione dovuta alla privazione diviene potenzialità; essi sono regolati da una censura che può impedire loro di accedere alla coscienza. Tutto il lavoro dell'inconscio consiste allora nel combinare queste rappresentazioni potenziali per farle giungere alla coscienza, diminuendo cosí la tensione che esse esprimono. In realtà questa può venire ridotta solo attraverso la sua esteriorizzazione.

Per spiegare questi processi di esteriorizzazione della tensione, Freud [1920] postula la necessità di un'integrazione a livello dello psichismo (l'Es, l'Io e il Super-Io). Malgrado tutti gli ostacoli e attraverso essi la tensione può esteriorizzarsi in rappresentazioni attraverso un passaggio tra questi livelli. Il piano originario dei conflitti si distende nella costruzione di schemi di rappresentazione attraverso i quali troveranno espressione le motivazioni del soggetto. Quindi all'autonomia primaria del soggetto come potenzialità pura si sostituisce un'autonomia secondaria fatta di abitudini e di capacità attualizzate.

In tutte le teorie ricordate si vede che il problema fondamentale posto dal concetto di motivazione è quello di sapere se sia o meno necessario postulare un'entità, all'origine di ogni azione, che la faccia scatenare, che la finalizzi e che la termini.

Dal punto di vista operazionale la motivazione sembra una variabile intermedia; si tratta però di sapere tra che cosa si trovi a essere compresa. Se si rimane al livello descrittivo, si viene rimandati a tutta una serie di cause locali immediate. Nel momento in cui si supera la fase della descrizione, sembra necessario postulare l'esistenza di una realtà piú profonda, che tutte le teorie intendono come tensione. Come espressione di questa tensione la motivazione si realizza in modo combinatorio e al contempo conflittuale: ossia, in altre parole, si esprime contemporaneamente sul registro digitale e su quello analogico.

3. *L'emozione.*

Se dal punto di vista operazionale la motivazione può essere considerata una variabile intermedia, e dà quindi luogo al problema della realtà che questo concetto esprime, l'emozione s'impone immediatamente per l'evidenza della sua esistenza: esiste una moltitudine di fatti che sono stati piú o meno felicemente classificati dall'opinione corrente. Nel caso dell'emozione non occorre chiedersi se si tratta di una realtà effettiva, come avveniva invece per la motivazione, ma piuttosto a che cosa essa corrisponda nell'arco del vissuto.

Nella continuità della vita affettiva le emozioni sembrano determinare momenti forti che scandiscono la durata del soggetto con impressioni dell'ambiente (sia interno sia esterno), momenti in cui il soggetto non appartiene piú a se stesso ma vive la sua appartenenza a quanto lo circonda (come dice anche l'etimologia del termine 'emozione'). L'emozione definisce una forma di rapporti organismo/ambiente che risalta su di un fondo quotidiano di abitudini e di adattamenti. Realizza quel momento in cui si rivela la tensione che determina il gioco di rapporti che collegano un'interiorità a un'esteriorità.

Le emozioni sono delle situazioni al limite dell'esistenziale: il soggetto perde il senso dei propri limiti (spaziali e temporali) e allo stesso tempo è dolorosamente consapevole della propria limitatezza. Dimenticando i rapporti di mediazione che lo caratterizzano, diventa soltanto *attuale*: né soggetto né oggetto, è sopraffatto da un rapporto d'immediatezza che gli prospetta la singolarità della sua situazione, che è «insostenibile» perché non piú sorretta da alcuna stabilità. L'essere emozionato è come se fosse fuori di se stesso: dimenticando ogni autoriferimento, ha la tendenza a non essere altro che transfert. Solo allontanandosi dall'*hic et nunc* (che vengono paradossalmente vissuti come un oblio e un altrove) l'essere in preda all'emozione ritrova la sua sfera d'adattamento e il suo punto di riferimento esistenziale, a volte profondamente modificati ma pur tuttavia recanti sempre la traccia di quest'assenza. L'emozione è la manifestazione di un decentramento, di una dislocazione spaziale e temporale. Presenza dell'illimitato nella limitatezza stessa d'un'esistenza di relazione, essa realizza una potenzialità di delimitazione: di creazione e/o di alienazione, essa è il segnale di un'esistenza intesa come rischio.

Opere di psicopatologia e di psicanalisi hanno fatto nascere la tendenza ad insistere sul polo drammatico delle emozioni e soprattutto sugli stati parossistici dell'angoscia in tutte le sue forme, con l'insieme di stress che ne conseguono. Se questo approccio è particolarmente interessante per lo studio delle patologie dell'adattamento, soprattutto di quelle che sono conseguenza della civiltà urbana e industriale, rischia di farci dimenticare la difficoltà obiettiva rappresentata dallo studio delle emozioni. L'emozione è soprattutto *ambigua*, in quanto è *ambivalente*: agisce tanto a livello del piacere quanto del dolore, e può esprimersi con l'eccitazione e l'inibizione (senza che sia d'altra parte possibile attribuire l'eccitazione esclusivamente al piacere e l'inibizione esclusivamente al dolore, o viceversa).

Dal punto di vista soggettivo, il soggetto vive l'emozione come presa di coscienza di una tensione che invade tutto il suo essere. Dal punto di vista oggettivo questa tensione si manifesta con dei turbamenti a diversi livelli d'organizzazione (bisogna intendere la parola 'turbamento' alla luce di quanto osservato in precedenza; anche se si tratta di un'emozione di gioia molto gratificante per il soggetto, essa è ciò nondimeno una manifestazione di disordine e di sconvolgimento). Questi turbamenti sono contemporaneamente d'ordine fisiologico e d'ordine psicologico.

Le reazioni fisiologiche a una situazione emozionante investono l'insieme delle funzioni organiche vegetative (la circolazione, la respirazione, la digestione, la secrezione, ecc.), le funzioni motorie (tramite una ipertensione muscolare) e quelle sensorie (disturbi della vista, dell'udito, ecc.). Le reazioni viscerali all'emozione si manifestano con una perdita momentanea del controllo neurovegetativo, che ha come conseguenza un'incapacità piú o meno prolungata di astrazione dal contesto emozionale. Le reazioni espressive dell'emozione (mimica facciale e atteggiamenti del corpo) sono in parte dei riflessi innati (si può parlare di una filogenesi di queste espressioni grazie a tutta la serie di raffronti fatti con i Primati) e delle reazioni acquisite attraverso l'educazione e la storia personale (soprattutto a livello umano, dove l'espressione delle emozioni acquista un importantissimo ruolo di simbolo e di comunicazione). Le reazioni psicologiche dell'emozione si manifestano come una diminuzione del controllo, del comportamento e del pensiero. Si assiste a una perdita del controllo di sé, sia che si tratti di emozioni positive o negative. Il soggetto si sente dominato, tanto nel caso di un incremento dell'attività psicologica quanto in quello opposto della sua scomparsa. Queste reazioni si manifestano come un'impossibilità di articolare logicamente (e cioè secondo un ordine di successione) le azioni e le riflessioni; oppure come una fissazione ossessiva sulla situazione che è fonte di emozione, con la ripetizione di uno stesso motivo; o infine come una variazione ed una mobilità assolute che si realizzano con un'assenza di metodo e di critica. Non bisogna tuttavia concludere che si tratta di una privazione d'ordine psicologico, ma che la funzione *logica* di controllo provvisoriamente non è piú assicurata.

Nel processo emotivo si possono distinguere tre fasi: percezione, commento e ammortizzamento (per usare i termini proposti da Quarti e Renaud [1972]).

La prima fase corrisponde alla percezione di una situazione (che può essere d'altra parte la semplice evocazione di una situazione già vissuta come emozionante) che genera una *destabilizzazione* a tutti i livelli d'organizzazione. Si tratta di una reazione intensa a uno stimolo d'origine interna o esterna, senza che sia possibile stabilire in senso generale un rapporto oggettivo di proporzionalità tra l'intensità dello stimolo e l'intensità della risposta. L'intero campo dell'adattamento sembra corra il rischio di venire disintegrato e di perdere la sua coordinazione (anche se è possibile che la situazione venga vissuta come tutt'altro che una minaccia, come quando si tratta di emozioni gratificanti). In genere questa fase è quasi istantanea; ma non è necessariamente cosí, perché può verificarsi una differenza temporale tra la percezione e la reazione emotiva: quindi in situazioni diverse il soggetto coordina logicamente le proprie azioni e le proprie riflessioni sino al momento in cui, venendo fuori dalla situazione, cade in preda all'emozione, che è tanto piú forte quanto piú a lungo le reazioni sono state differite. In ogni caso è difficile sostenere che esiste una neutralità emotiva della percezione: la percezione astratta di un contesto affettivo non è che una visione dello spirito; in realtà la percezione è valorizzata sin dal suo costituirsi nel campo filogenetico ed ontogenetico delle emozioni.

La fase di commento inizia dallo stato di vigilanza, e la risposta di attenzione suscitata dallo stimolo precede lo sconvolgimento psichico e somatico specifico dell'emozione. Nasce nel momento in cui lo stato fisiologico normale (attuale nel senso di abituale) viene bruscamente trasformato. Questa trasformazione dà origine ad una tensione che va intesa ad un tempo come privazione e come potenzialità: privazione perché il campo di possibilità abituale del soggetto in preda all'emozione si rivela tutt'a un tratto insufficiente; e potenzialità perché questa destabilizzazione, e la distruzione che ne consegue, consentono una nuova attualizzazione del campo delle possibilità del soggetto. Il soggetto è impotente di fronte a una destrutturazione degli abituali schemi

di organizzazione a tutti i livelli organici. L'emozione corrisponde a una disintegrazione parziale dell'organismo e a una de-differenziazione dei livelli d'organizzazione piú integranti. Durante lo choc emotivo le destabilizzazioni sono relativamente uniformi, sia sul piano dell'individuo sia su quello delle emozioni che ne risultano. Si tratta di una reazione globale dell'organismo che subito gli fa sentire l'evidenza della sua precarietà e la pregnanza della situazione; si tratta effettivamente di un momento in cui il soggetto è fuori di sé, o non si appartiene piú. Partendo da uno choc iniziale, l'emozione si prolunga attraverso tutta una serie di destabilizzazioni (in «risonanza», per risalire al senso che i Greci davano alla parola 'emozione'). Tra i due poli estremi d'espressione, che sono da una parte l'eccitazione e dall'altra l'inibizione, si assiste a una differenziazione e a un aumento della complessità di questi processi di destrutturazione. Ne consegue un aumento della tensione, a significare che i meccanismi regolatori debbono passare attraverso circuiti di risposta e di compensazione sempre piú complessi. Quindi, piú l'emozione si prolunga, piú essa comporta il rischio di formazione di circuiti psicologici memorizzati a diversi livelli di organizzazione.

La fase di ammortizzamento è quasi sincrona con quella di commento, poiché se l'organismo si lascia sorprendere da una situazione che scatena una serie di destabilizzazioni, subito entrano in gioco dei meccanismi omeostatici. Tuttavia questa regolazione opera non già sulla base di un semplice disordine, ma a partire da uno stato totale proprio dell'emozione attuale, e quindi sulla base di una strutturazione. Questa fase di ristrutturazione si «nutre» dell'intensità emotiva per ristabilire – o cercare di ristabilire – lo stato di funzionamento abituale. Non si tratta quindi di una semplice restituzione di una «carica» (potenzialità) affettiva, ma di una strutturazione di schemi di risposta organizzati che consentono l'esteriorizzazione (la rappresentazione) di una tensione, ossia in altre parole un insieme di rapporti tra l'interiorità e l'esteriorità. La tensione, generata dallo choc emotivo e mantenuta dallo stato di destabilizzazione, si differenzia in un'integrazione di reazioni che vanno dalle piú profonde e piú generiche (filogenetiche) alle piú individuali (ontogenetiche). Non si tratta di trovare delle analogie con una qualunque legge di ricapitolazione, bensí di riconoscere che gli schemi individuali di espressione dell'emozione sono differenziazioni e integrazioni delle capacità di reazioni emotive della specie. Partendo da uno stato di indifferenziazione corrispondente al parossismo dell'emozione (contro tutta la tradizione che vede nell'emozione esattamente l'opposto dell'indifferenza) si opera una canalizzazione organizzata del processo di espressione di questa funzione, ossia una distensione. Tutto avviene come se non si trattasse tanto di una regolazione omeostatica quanto piuttosto di una regolazione a carattere omeoretico, come se i processi epigenetici riprendessero attraverso una potenzialità liberata dalla destrutturazione.

I meccanismi emotivi di destabilizzazione e ristabilizzazione hanno per noi sempre meno segreti. Ma ad un quesito in particolare non è ancora stata data risposta: qual è l'*unità* oggettiva delle emozioni? È doveroso infatti riconoscere che l'insieme dei fenomeni emotivi sfugge a una classificazione im-

postata sulla base di una tipologia dei sintomi dell'emozione. Una simile ambizione induttiva si scontra subito col fatto che non esistono situazioni che siano *in sé* fonte di emozione. Il carattere emotivo della percezione, anche se vi è una parte di innatismo nella sua determinazione, dipende dal soggetto, dal momento, dalla cultura, ecc. Per di piú, una stessa situazione può scatenare emozioni diverse in uno stesso soggetto in momenti diversi, o in due soggetti diversi. È impossibile trovare una corrispondenza «un sintomo → un'emozione», e neppure, a livello piú generale, «un insieme di sintomi → un insieme di emozioni»; se tra i due insiemi entra in gioco una combinatoria, questa sembra diversa da soggetto a soggetto. Forse bisogna allora vedere le emozioni come una variabile individuale nella logica della regolazione, come l'effetto di una individuazione dei meccanismi omeostatici. Ma ciò lascia invariata la questione di sapere se esiste un fattore logico di differenziazione delle emozioni che ne permetta una deduzione.

Tale problema dell'unità oggettiva delle emozioni ripropone la domanda: *perché* esistono le emozioni? E, in primo luogo, qual è la loro funzione? E, approfondendo il discorso, qual è la loro finalità biológica e psicologica?

Oggettivamente sembra trattarsi della manifestazione di un tipo specifico di interazioni tra il fisiologico e lo psicologico. Ma, allora, il primo problema epistemologico da risolvere consiste nel sapere se si tratta di un oggetto psicologico autentico, e che quindi postula una specie di irriducibilità della sua funzione in termini strettamente biologici, oppure se, al contrario, non si tratti di un semplice riflesso psichico dei meccanismi fisiologici sottostanti, privo di significazioni reali a livello della sua integrazione psichica per la totalità del soggetto in preda ad emozione.

Allo studio dell'emozione si aprono cosí due direttrici epistemologiche, ognuna delle quali si colloca nel dualismo anima/corpo. L'emozione (come del resto anche la motivazione) è interessante perché in questo dualismo funziona come un essere intermediario; il dibattito che ne risulta illustra bene tutta la psicologia «classica» (dalle pretese sostanzialiste).

Secondo la tesi intellettualista, ogni emozione è il risultato di una rappresentazione o di un sistema di rappresentazioni; quello cognitivo viene prima di quello affettivo: ogni fenomeno affettivo è una conoscenza di questo stesso fenomeno. L'emozione non è soltanto un fatto intellettuale, ma anche un fatto gnoseologico: ogni fenomeno affettivo è un rapporto tra idee, proprio come lo è ogni fenomeno cognitivo; è quindi manifestazione di un disordine nell'ordine del ragionevole che viene riflesso come un conflitto o un'armonia di rappresentazioni. Secondo questa tesi, l'emozione definisce a livello del mentale uno *stato* affettivo. Questa tesi è stata formulata in tutto il suo rigore da Herbart [1824-25], che vedeva la rappresentazione come una quantità intensiva, ed è stata poi ripresa da tutta la psicologia tedesca del XIX secolo e da Wundt in particolare, che ne modera la certezza idealista insistendo sulla conseguenza che le reazioni organiche (seconde rispetto alla rappresentazione) hanno sullo stato causale interiore alla coscienza. Lo stato affettivo è la causa di una serie di effetti organici che sfuggono alla volontà e alla rappresentazione (almeno

nel momento del loro scatenamento) ma che possono rinforzare l'emozione con la rappresentazione degli effetti organici di questo stato [cfr. Gusdorf 1960, pp. 309 sgg.].

Questa tesi si deve al fatto che l'emozione è dapprima percezione; ora, per questa tradizione sostanzialista il rapporto è soltanto un fenomeno che consente di liberare un essere stabile: cosí i problemi di significazione e di valorizzazione del rapporto dell'organismo con l'ambiente vengono svuotati a vantaggio di un mero gioco di rappresentazioni.

Le critiche mosse a questa teoria sono state numerose: possono verificarsi un conflitto o un'armonia tra rappresentazioni senza che entri in causa l'emozione; in una stessa situazione possono darsi differenze individuali e interindividuali che non possono essere spiegate in termini di rappresentazione, a meno che non si attribuiscano a quest'ultima significazione e valore, il che rimetterebbe in discussione le basi stesse su cui poggia questa stessa teoria; ma soprattutto si dà il fatto che la rappresentazione è spesso seconda in rapporto allo stato interiore, e in particolare che essa è spesso soltanto un'occasione cognitiva che il soggetto si propone per dare una logica a posteriori a una tensione interiore.

Quest'ultima critica è decisiva per invalidare dei postulati intellettualistici, e ha bisogno di un mutamento radicale del quadro concettuale, col riconoscimento del fatto che la causa non va ricercata a livello cosciente ma a livello dell'inconscio (che è esattamente l'opposto di una semplice privazione di coscienza come Freud, in tutto l'arco della sua opera, in contrasto con le teorie intellettualiste, non ha mai cessato di sostenere). La rappresentazione è già l'espressione di un conflitto interiore «obliato» (a livello ontogenetico e filogenetico). La coscienza interviene negli schemi di esteriorizzazione della tensione, ma non è all'origine dell'emozione che esprime l'assenza momentanea di un'impossibilità di mediazione tra i diversi livelli di motivazione.

Anche la tesi opposta, cioè quella di un'origine organica delle emozioni, si muove nell'ambito del dualismo anima/corpo, ma ribalta il rapporto che era stato stabilito dalla teoria intellettualista. Causa è lo stato organico di reazione emotiva, in quanto viene riflesso a livello mentale in uno stato di coscienza vissuto psicologicamente come emotivo. L'emozione non è una rappresentazione che dà origine a un giudizio e successivamente a effetti organici, ma è l'espressione a livello mentale di una reazione del corpo a uno stimolo emotivo. Si tratta di una rappresentazione confusa di uno stato globale di tensione a livello del corpo. Anche la percezione è anteriore, per questa seconda tesi, e quindi si ha sí dapprima una rappresentazione ma questa è neutra dal punto di vista emotivo. Essa scatena però delle reazioni organiche specifiche della fisiologia dell'emozione che, una volta trasformate dal soggetto in rappresentazioni del disordine specifico del suo stato organico interno, solo allora dànno origine allo stato psicologico dell'emozione. Questa è la teoria sostenuta da James [1884; 1890] e da Lange [1888]: quest'ultimo sottolinea in particolare il ruolo della circolazione, e quindi della regolazione, secondo gli schemi epistemologici di Bernard.

È molto difficile dedurre da questa tesi dei protocolli d'esperienza che ne permettano una verifica, sia pure parziale. Una situazione limite sembra realizzarsi con un soggetto in stato di ipnosi: si constata che quando il soggetto prova una determinata emozione non manifesta quelle reazioni di atteggiamento e di mimica, proprie di un'altra emozione, che gli vengono sollecitate, e manifesta ancor meno reazioni viscerali. Al contrario è stato possibile dimostrare sperimentalmente il carattere fallace di questa teoria. Tutte le esperienze dimostrano che quando si ha percezione delle modificazioni organiche del soggetto (ma questa è ben lungi dall'essere la regola generale in condizioni non sperimentali), percezione sistematicamente manipolata dallo sperimentatore, le rappresentazioni di queste modificazioni entrano in tutta una strategia del soggetto – sia affettiva sia cognitiva – che confronta l'informazione ricevuta con tutto un contesto di altre informazioni [cfr. per esempio Schachter e Singer 1962].

In realtà questa teoria poggia su una visione scientista che funziona attraverso il dualismo cartesiano anima/corpo; l'emozione (come avveniva anche nel caso della teoria precedente) è in effetti intesa come uno stato. In altre parole la sua concettualizzazione si riferisce a tutto uno sfondo epistemologico concepito in termini di stabilità: il che è in flagrante contraddizione con il fenomeno stesso. L'emozione non è uno stato, ma dev'essere intesa in termini di organizzazione. Un'emozione è un comportamento di un'organizzazione; si esprime con un atto globale che non può essere inserito nella dicotomia ristretta del mentale e dell'organico. Come tutte le azioni di un'organizzazione, essa è in effetti il risultato d'una interazione di tutti i livelli di organizzazione, che le conferiscono la sua specificità. A un livello meno superficiale sembra essere allora una potenzialità di trasformazione di un'organizzazione; l'emozione, come la motivazione, deve essere interpretata in una prospettiva relazionale.

Già nel 1894 Dewey prospetta la necessità di un superamento di questa antinomia. Egli vede l'emozione come un comportamento, a partire dal quale vengono coordinate la rappresentazione e la reazione: «La sequenza comportamentale è la prima cosa, e l'idea e l'eccitazione emotiva vengono costituite nel contempo... Esse rappresentano la tensione dello stimolo e della risposta nella coordinazione che determina la modalità del comportamento» [1894-95, p. 19; cfr. Fraisse 1968, trad. it. p. 130]. Secondo Darwin [1872] le emozioni rappresentano delle forme di adattamento inferiori, e quindi anteriori; possono conservare una certa attualità, e questo perché i fenomeni di contro-finalità che esse a volte presentano non sono stati sufficienti per eliminarle attraverso una selezione naturale. In ogni caso, sempre secondo Darwin, la maggior parte delle manifestazioni emotive sono divenute neutre sotto il profilo selettivo. Dewey accetta in parte questo punto di vista, ma lo integra in un quadro piú dinamico; vede l'adattamento come uno sforzo costante – ma non stabile nel senso cartesiano – che l'attività vitale compie per sopravvivere in un ambiente ostile; e l'emozione è l'espressione di questo sforzo a livello psicologico. L'essere è emotivo perché esprime una tensione originaria che lo realizza in un ambiente, sia interno che esterno, instabile. «L'emozione è, *psicologicamente,*

l'adattamento o la tensione delle abitudini e dell'ideale e le alterazioni organiche del corpo sono la manifestazione, in termini concreti, della lotta per l'adattamento» [*ibid.*, p. 30; cfr. Fraisse 1968, trad. it. p. 130].

L'emozione può essere compresa solo come espressione di una tensione tra l'ambiente esterno e quello interno: l'adattamento avviene tramite una mediazione tra i due. L'abitudine costituisce un campo di significazioni che proteggono l'essere vivente consentendogli un rapporto quasi meccanico con l'ambiente che lo circonda. Il funzionamento normale dell'organismo stabilisce progressivamente un gioco di rapporti inconsci tra il polo interiore e quello esteriore. All'autonomia primaria dell'essere vivente, dove ogni interazione con l'ambiente è un'emozione, subentra quella che Freud ha chiamato una autonomia secondaria, dove la maggior parte dei rapporti emotivi è stata sostituita da rapporti d'abitudine specifici e in parte relativi all'individuo. In altre parole, a partire da un'azione d'organizzazione si costituisce un insieme di rapporti significanti tra l'organismo e il suo ambiente, in modo tale che l'organismo tende a sottrarsi ad una attualizzazione continua della propria situazione conflittuale e quindi a vivere nello spazio delle sue rappresentazioni come semplice organizzazione. In ogni caso esiste sempre una distanza, e quindi una tensione, tra l'organizzazione e l'atto di organizzare. È questa distanza che carica di potenzialità emotiva la sfera delle abitudini: l'emozione è proprio il segno di una frattura all'interno di questa sfera di abitudini. Questo non vuol dire che debba essere catastrofica, ma denunzia la presenza nei limiti stessi del vissuto di una irriducibile alterità. È proprio questa mancanza di limiti dell'atto d'organizzazione che rende una valorizzazione soggettiva dello stimolo non solo possibile ma necessaria affinché il soggetto possa uscire da se stesso, possa provare emozione. Questa carica soggettiva non significa un arbitrio nel comportamento, perché essa rientra in una logica d'organizzazione.

L'emozione è l'impressione di una situazione in cui i comportamenti abituali non sono sufficienti a spiegare il gioco di rapporti tra l'interno e l'esterno; è il segno di una carenza, di un'ambiguità presenti in questo gioco, nella logica dei comportamenti che esprimono la mediazione tra le due zone del reale. In questo senso non è quindi tanto una funzione quanto piuttosto il segnale di un cattivo funzionamento; è la traduzione, a diversi livelli d'organizzazione, di una disorganizzazione nel rapporto interno/esterno. In ogni caso bisogna postulare chiaramente una logica della disorganizzazione, distribuendo i livelli di disorganizzazione lungo una scala gerarchica. L'emozione è la forma di regolazione in cui si realizza l'espressione di una co-presenza di tutti i livelli d'organizzazione attraverso una situazione globale di disorganizzazione. Il soggetto in preda ad emozione vive la presenza dell'atto stesso d'organizzazione, e vi si perde; è investito in tutta la sua totalità dalla tensione originaria che lo caratterizza e che tutti i suoi atti abituali tendevano ad esprimere, a rappresentare, ad estendere. Questo modo di considerare l'emozione era già stato chiaramente formulato da Janet: «La disorganizzazione dell'atto superiore non è un effetto meccanico dell'avvenimento, ma è prodotta da una reazione attiva del soggetto» [1928, p. 472; cfr. Fraisse 1968, trad. it. p. 131]. L'emozione

è un atto in cui è in gioco la totalità dell'organismo, e non il suo funzionamento in livelli; in quanto tale, è un atto «insostenibile», e questo spiega le numerose forme di reazioni regressive per ovviare a una simile situazione. Il gioco delle risposte avviene a livelli anteriori alle forme di integrazione piú alte. Questo è stato visto come una perdita della dimensione cognitiva, ma in realtà non è cosí; il soggetto scende piú profondamente dentro di sé per cercare di reinvestire e di rivalutare l'intero campo della sua esperienza. Il fattore affettivo e quello cognitivo sono tra loro singolarmente solidali.

Da ciò deriva la particolarità delle situazioni emotive: si tratta di situazioni in cui il soggetto deve confermare la sua unità spaziale e temporale in un rapporto particolare d'incertezza nei confronti dell'ambiente. Questo rapporto si verifica quando 1) contro ogni previsione si verifica l'improbabile, oppure 2) quando il soggetto desidera che si verifichi l'improbabile contro ogni previsione. L'emozione corrisponde dunque all'irruzione, nella sfera delle abituali certezze del soggetto, di un alto rapporto d'improbabilità che collega l'esteriore all'interiore. Si tratta quindi di situazioni in cui l'abituale segno di riferimento si rivela (spesso bruscamente) insufficiente. Questa insufficienza può dare origine a emozioni positive o negative.

Se si tratta spesso di reazioni di sorpresa, sembra che esse siano sempre legate a un eccesso di motivazione. Piú un'azione è motivata, piú tende ad essere finalizzata verso un oggetto-meta, e quindi ad organizzare i comportamenti proiettando sull'ambiente degli schemi di certezza, aumentando cosí l'efficacia di quest'atto. Ma in effetti è stato possibile evidenziare un optimun motivazionale oltre il quale si assiste a una disorganizzazione dei comportamenti. La perdita di distanza critica rispetto all'oggetto-meta genera dei comportamenti inefficaci che oscillano tra i due poli dell'inibizione e dell'eccitazione. Si assiste allora alla comparsa di fenomeni emotivi sempre piú intensi a mano a mano che la motivazione aumenta per l'incapacità di raggiungere l'oggetto desiderato. Al soggetto risulta dunque impossibile uscire dal canale motivazionale inadeguato, e il conflitto che ne consegue esercita un'attrazione sulla totalità del campo psichico. Le reazioni emotive si sostituiscono allora agli schemi abituali di comportamento.

Sembra quindi certo che le situazioni caratterizzate da un eccesso di motivazione possano dar vita a delle emozioni, ma ciò non avviene necessariamente; bisogna perciò riconoscere una asimmetria fondamentale nel rapporto tra emozione e motivazione. Per spiegare questa asimmetria bisogna comprendere una dimensione intensiva dei comportamenti. Purtuttavia non esiste un continuum d'intensità che abbia ai due poli la motivazione e l'emozione.

Si può cercare di spiegare questa asimmetria mettendo in parallelo i livelli di motivazione e i livelli di vigilanza, attribuendo loro dei gradi quantitativi che permettano una sistemazione gerarchica dei comportamenti secondo l'ordine d'intensità. Si possono cosí distinguere diversi livelli di vigilanza a partire dallo stato di sonno, che a sua volta si divide in sonno profondo e leggero, e dopo il risveglio gli stati di veglia disposti gerarchicamente secondo un'*attenzione* crescente, con un incentrarsi dell'attività su determinati punti del-

l'ambiente. La motivazione interviene allora canalizzando le possibilità d'interazione con l'ambiente verso zone localizzate del campo valorizzate esistenzialmente. Ma la differenziazione che ne risulta può comportare un eccesso di motivazione, per effetto di ritorno sulla motivazione stessa. In breve tempo il soggetto si trova nell'impossibilità di uscire da questa differenziazione divenuta eccessiva; perviene cosí all'emozione, che possiamo quindi definire come il grado piú elevato di vigilanza. Questo livello sembra aver oltrepassato l'optimum di differenziazione del campo. Il soggetto sembra preso nei meccanismi del suo stesso adattamento, poiché non riesce ad uscire da un'integrazione eccessiva del campo; e solo una disintegrazione dei comportamenti gli consentirà di «uscire fuori di sé».

Per spiegare questa disintegrazione in termine di causa, Cannon [1927; 1939], nel quadro generale della sua teoria omeostatica, vede l'emozione come un effetto importantissimo della logica omeostatica dell'organismo: ad ogni attività organica corrisponde un dispendio energetico; in risposta ad una stimolazione eccessiva, come avviene nel caso di una situazione emotiva, l'organismo libera una gran quantità di energia potenziale. Questo consente la preparazione di reazioni intensive adeguate, ma allo stesso tempo si assiste ad una disorganizzazione dei comportamenti dovuta a questa liberazione energetica. Riprendendo in parte questo punto di vista, Lindsley [1951] propone una teoria dell'attivazione sulla base della gerarchia dei livelli di vigilanza. L'attivazione migliora la *performance*. Si ha un aumento dell'intensità della stimolazione che consente una funzione continua d'attivazione sempre piú rilevante per la *performance*, sino a raggiungere un eccesso di tensione che ha come conseguenza delle disorganizzazioni, e che necessariamente vede entrare in gioco i meccanismi omeostatici che caratterizzano la fase emotiva.

Si tratta di una teoria interessante, perché non scinde l'azione dalla passione. Ma anche se l'osservazione coglie effettivamente dei livelli di attività, questi sono oggettivati soltanto sulla base quantitativa di una differenza d'intensità. Cosí si ignora quello che è il vero problema: l'emozione non è soltanto azione, ma è anche organizzazione. Il punto di vista energetico non basta, bisogna rendere conto del punto di vista informativo (ma anche quest'ultimo forse non sarà sufficiente). L'emozione esprime una tensione che, nata da un eccesso energetico, si distribuisce a tutti i livelli d'organizzazione come disordine. La destrutturazione specifica che ne consegue e che libera una potenzialità d'attualizzazione può essere recuperata da una acquisizione d'informazione, e quindi da una riorganizzazione dell'essere in preda all'emozione. Esiste un aspetto qualitativo dell'emozione che un approccio come quello di Lindsley non può spiegare. Ed è esattamente questo aspetto che è alla base delle patologie dell'emozione, in cui proprio la riorganizzazione ha avuto un effetto letale in quanto non ha rappresentato in modo sufficiente la tensione che la produce. L'emozione sembra quindi un'apertura sempre possibile del campo motivazionale, con tutti i rischi esistenziali che una simile apertura comporta. Opera l'espressione di una tensione attraverso schemi comportamento/memoria come rappresentazioni medianti una situazione d'incertezza,

riducendo cosí questa incertezza con la definizione del confine che separa l'interiore dall'esteriore. Rende possibile (e necessaria) una sovradeterminazione affettiva di ogni informazione, consentendo un gioco nel campo delle informazioni, ossia in ultima analisi una indeterminazione. L'emozione sarebbe allora l'espressione di una distanza tra l'informazione e il suo valore; in questa distanza si colloca il rischio di una strutturazione patologica, che apre il problema dell'emozione alle sue prospettive etiche.

4. *L'autoregolazione.*

La motivazione e l'emozione sembrano cosí due aspetti ben precisi dell'equilibrio globale dell'organismo, sia sul piano fisiologico sia su quello psicologico. Il concetto di «ambiente interiore» usato da Bernard nella sua opera consentiva d'intendere questo equilibrio sia come co-presenza di tutte le parti dell'organismo sia come compensazione degli imprevisti che potevano sopraggiungere all'esterno e all'interno dell'organismo. Esso rendeva conto di un'ambiguità fondamentale per ogni essere vivente, e cioè che soltanto aprendosi sempre di piú all'ambiente esterno esso diviene sempre piú autonomo, ossia sviluppando le proprie capacità motivazionali, che consentono di prendere in esame un numero di oggetti sempre maggiore, ma rischiando in cambio di cadere sempre piú in preda all'emozione dovuta ad avvenimenti che possono verificarsi nell'ambiente che lo circonda. L'ambiente interiore apriva il cammino verso una comprensione dell'adattamento attraverso i concetti attuali di integrazione, informazione e regolazione; e alla comprensione del funzionamento globale dell'organismo come autoregolazione. Con il concetto di omeostasi, Cannon ha ridotto a sistema questo modo d'intendere l'organismo. L'approccio neurofisiologico dei meccanismi della motivazione e dell'emozione permette di comprendere questa funzione globale di autoregolazione che si estende tra un polo affettivo e un polo cognitivo. L'interazione organismo/ambiente va sempre vista nel contesto di situazioni globali di fattore cognitivo / fattore affettivo.

Già a livello di organizzazione sovracellulare, la regolazione dell'organismo è il risultato di due sistemi interagenti: il sistema endocrino e quello nervoso. Attraverso un gioco complesso di secrezioni ormonali, il primo provvede a gran parte dell'omeostasi; l'ipofisi, ghiandola endocrina situata alla base del cervello, che si può definire il centro d'integrazione delle funzioni endocrine, presiede alla regolazione della produzione di ormoni. Il funzionamento dell'ipofisi è controllato dal cervello; in particolare questa ghiandola interagisce con una regione ben precisa del cervello, l'ipotalamo. È ormai fuor di dubbio che questa interazione ipofisi/ipotalamo consente al cervello di controllare l'omeostasi nella sua totalità.

L'ipotalamo è un insieme di vari nuclei neuronici interagenti. Grazie alla sua interazione con l'ipofisi e col sistema nervoso autonomo (simpatico e parasimpatico), controlla la regolazione dell'ambiente interiore e in particolare quella dei parametri che entrano in gioco nel controllo dei comportamenti

(glicemia, tasso di ormoni sessuali, ecc.): è quindi il centro d'integrazione delle funzioni vegetative. Attraverso l'osservazione sperimentale di lesioni o di stimolazioni dell'ipotalamo si è potuto vedere che esso è al centro dei meccanismi che controllano i comportamenti legati alla conservazione dell'individuo e della specie. Si tratta di comportamenti che si svolgono secondo una sequenza molto stereotipa; questo si spiega perché a livello dell'ipotalamo (e della sua interazione con il tronco cerebrale) agisce soltanto una memoria a breve termine. Esso svolge dunque il ruolo di integratore per quanto riguarda i comportamenti che si riferiscono ai bisogni fondamentali dell'organismo. Interagisce con l'ambiente interiore e con la formazione reticolare, e il suo ruolo è determinante per l'orientamento immediato e il grado d'intensità dei comportamenti direttamente legati alla sopravvivenza dell'organismo (ad esempio ricerca e consumazione di cibo o di acqua, aggressione o fuga, parata nuziale, accoppiamento, preparazione del nido, ecc.). Con lo stesso procedimento di ablazione e di stimolazione con elettrodi si è potuto osservare che l'ipotalamo, sempre interagendo allo stesso livello con la sostanza reticolare, è uno dei centri nervosi da cui dipendono le reazioni emotive. A questo livello tali reazioni, anche se cariche di tutta la loro intensità, sono limitate alla durata dello stimolo, e sprovviste di coordinazione. A questo livello, quindi, la regolazione dell'omeostasi, dell'emozione e della motivazione insieme, si svolge in una dimensione transindividuale per quanto riguarda le loro differenziazioni ontogenetiche, e attuale per quanto riguarda le loro espressioni temporali.

La formazione reticolare si colloca sul piano filogenetico allo stesso livello dell'ipotalamo; riceve dall'insieme delle parti che costituiscono il sistema nervoso messaggi eccitatori ed inibitori, e trasmette messaggi simili a queste parti. Determina il livello generale d'attività della corteccia, aumenta lo stato di eccitazione dei neuroni motori portandone il grado di eccitazione a un livello che si avvicina alla loro soglia di risposta allo stimolo, e infine facilita l'attività generale del sistema neurovegetativo. Ha dunque un ruolo fondamentale di potenzialità d'azione per tutto l'insieme del sistema nervoso. Nella stessa maniera si ritiene che essa possa avere una funzione essenziale nella regolazione della tensione, attraverso una selezione delle percezioni e delle azioni ottenuta filtrando le informazioni che intervengono, ad esempio, nell'esclusione dei rumori esterni.

Ma l'ipotalamo e la formazione reticolare interagiscono con un sistema posto al centro dell'encefalo: il sistema limbico. Questo termine è dovuto a MacLean [1959], il quale definisce cosí come unità funzionali diverse zone interagenti del cervello, in particolare i nodi amigdaloidei, strettamente associati alle emozioni, e l'ippocampo, che ha un ruolo fondamentale nella formazione della memoria. Già nel 1949 MacLean l'aveva chiamato «cervello viscerale» riferendosi al suo ruolo preponderante nei meccanismi emotivi. In effetti lesioni del sistema limbico scatenano turbe dell'affettività e dei comportamenti attraverso cui si esprimono. Queste lesioni hanno tuttavia poca influenza sul sistema nervoso autonomo; il sistema limbico si limita quindi a modulare le reazioni viscerali all'emozione dei sistemi simpatico e parasimpatico, e dell'ipotalamo. Ha un'importanza sempre maggiore nei processi affettivi per il suo ruolo mnestico; sembra infatti che la memoria a lungo termine si costituisca a livello del sistema limbico, consentendo la conservazione dell'esperienza trascorsa dell'organismo e in particolare la possibilità di apprendimento. La sua interazione con la sostanza reticolare gli fa svolgere un ruolo importante nell'attenzione, e la sua interazione con l'ipotalamo lo rende determinante nell'integrazione delle emozioni e delle motivazioni, registrandole entrambe nella dimensione temporale del passato.

Esperimenti sulle lesioni limbiche hanno permesso di precisare quest'azione: una lesione a livello dell'ippocampo non comporta la perdita dell'informazione già acquisita, ma l'impossibilità di acquisirne di nuove. D'altra parte ha come conseguenza forti disturbi nella facoltà dell'attenzione: in particolare è stato possibile individuare alcune cellule dell'ippocampo che entrano in azione solo in presenza di situazioni nuove. Parallelamente è possibile che sia a questo livello che l'organismo conserva la raccolta di mappe che gli consente di orizzontarsi nell'ambiente circostante. Se l'ippocampo sembra avere un ruolo limitato nei comportamenti emotivi, molto importante è invece il suo ruolo nei comportamenti di anticipazione. Una lesione a livello dell'area settale provoca dei comportamenti di rabbia e un forte aumento della reattività in genere. Questi fenomeni di iperemotività ci fanno pensare che questa area abbia un'influenza inibitrice sulle strutture reticolari e sull'ipotalamo. La lesione dell'amigdala attenua l'iperemotività precedente e sembra quindi interagire con l'area settale per controllare i comportamenti emotivi. Ma d'altra parte controlla i comportamenti di avvicinamento motivato: si è visto in sede sperimentale che il sistema limbico esercita un'inibizione sul livello ipotalamico consentendo una modulazione dei comportamenti stereotipi di bisogno primario, iscrivendoli cosí in un registro temporale piú ampio.

Ma d'altra parte il sistema limbico riceve delle eccitazioni corticali; ogni attività della corteccia, qualunque sia la sua localizzazione, può ripercuotersi sul sistema limbico. «Può allora scatenarsi un ordine di scarica emotiva, tramite il cingulum e l'ippocampo, a partire da una qualsiasi percezione o operazione mentale» [Quarti e Renaud 1972, p. 63]. Deve dunque esistere in questo sistema un'azione filtrante che lascia passare solo i messaggi potenzialmente fonte di emozione. Il sistema limbico svolge allora un ruolo eccitatore sui centri ipotalamici attraverso una differenziazione e un aumento di complessità dei comportamenti emotivi e motivazionali. È noto in quale misura sono sviluppate le regioni orbito-frontali dell'uomo rispetto alle altre specie; ad una di queste regioni corrisponde un'area di proiezione del nodo medio-dorsale del talamo. Le si attribuiscono funzioni psichiche superiori ma soprattutto, a causa della sua proiezione talamica, tale regione corrisponde al centro d'integrazione delle funzioni dell'ipotalamo sulla vita vegetativa, di quelle del pulvinar sullo schema corporeo (il rapporto col mondo), e di quelle del sistema limbico sulle emozioni. Cosí la neocorteccia, oltre a svolgere un ruolo d'integrazione specifica nel controllo dell'ambiente interiore, ha anche un ruolo nell'organizzazione dell'emozione e della motivazione. Si ritiene di solito che la neocorteccia

svolga una funzione di associazione e di combinazione degli schemi memorizzati. L'azione principale di questo livello d'integrazione superiore sarebbe perciò l'immaginazione, con la produzione di schemi che mediano il rapporto col mondo, schemi che sono sia affettivi sia cognitivi. L'estensione della corteccia nell'uomo non sarebbe soltanto un'estensione delle sue capacità cognitive, ma

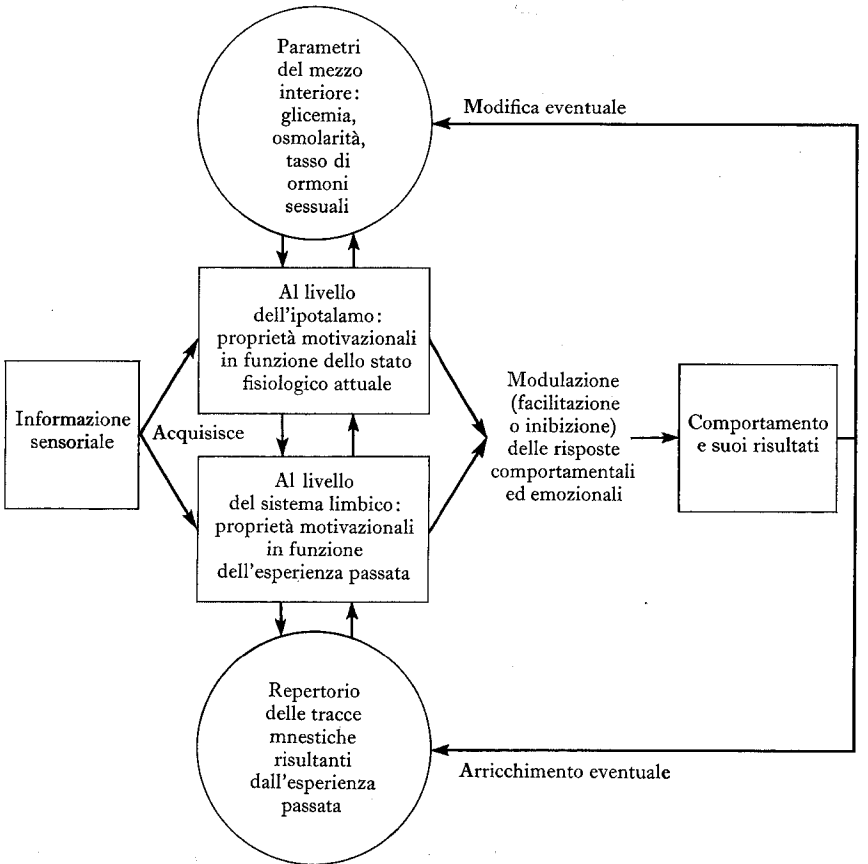


Figura 3.

Rappresentazione schematica dei principali processi per mezzo dei quali l'informazione sensoriale acquisisce le sue proprietà motivazionali, contemporaneamente «energetizzanti» e «direzionali», capaci di scatenare una risposta comportamentale caratterizzata da una certa intensità e da un certo orientamento.

Tale risposta comportamentale sarà adattata tanto allo stato fisiologico attuale dell'organismo quanto alla sua esperienza passata, al suo «vissuto» (ruoli importanti svolti rispettivamente dall'ipotalamo e dal sistema limbico). Viceversa, il comportamento può influire sullo stato fisiologico presente (in particolare su questo o quest'altro parametro del mezzo interiore) nello stesso momento in cui arricchisce l'esperienza passata.

anche e *interattivamente* un'estensione della sua componente emotiva e motivazionale, e quindi delle sue capacità affettive.

Per l'appunto Karli ha proposto [1971] un modello che permette di comprendere questa interazione del polo cognitivo e del polo affettivo nell'attività cerebrale attraverso i meccanismi di motivazione e d'emozione (cfr. fig. 3). A uno schema comportamentale dato (sia esso innato o acquisito) si applicano due meccanismi: uno entra in gioco a livello dell'ipotalamo e «conferisce all'informazione sensoriale proprietà motivanti in funzione dello stato fisiologico attuale dell'organismo», l'altro, a livello del sistema limbico, «conferisce all'informazione sensoriale proprietà motivanti in funzione dell'esperienza precedente dell'organismo» [1971, p. 234]. Ora, a livello dell'ipotalamo, si ha da una parte una correlazione «tra i punti di rinforzo positivo (la "ricompensa") e un insieme di comportamenti di "avvicinamento" (alimentare, sessuale, di attacco), e dall'altra tra i punti di rinforzo negativo (la "punizione") e dei comportamenti di "allontanamento" (di evitamento e di fuga)» [*ibid.*, p. 240]. Karli ritiene si possa allora concludere che «l'attivazione (naturale o sperimentale) dell'una o dell'altra struttura ipotalamica, invece di dare origine a uno stato di motivazione specifica che sia responsabile dell'orientamento specifico del comportamento, determinerebbe semplicemente uno dei due atteggiamenti fondamentali ("avvicinamento" o "allontanamento") dell'organismo di fronte al suo ambiente» [*ibid.*, p. 241]. Prolungando quest'attività, il sistema limbico la modulerebbe attraverso due processi: 1) il primo attribuisce un contenuto affettivo all'informazione sensoriale, elaborando cosí una significazione dell'informazione attraverso la sua integrazione temporale, e procedendo poi a una valutazione di questa significazione confrontando l'informazione attuale con l'esperienza trascorsa; 2) il secondo, registrando i successi e le sconfitte, scatena i rinforzi positivi e negativi dei comportamenti, attribuendo un contenuto cognitivo ad ogni azione dell'ambiente.

Se ora si accosta questo modello dell'esistenza di due fasci interagenti, uno di rinforzi positivi – la ricompensa e l'avvicinamento («medial forebrain bundle») – e uno di rinforzi negativi – la punizione e l'allontanamento («periventricular system») –, ognuno dei quali collega le regioni ipotalamiche, limbiche e corticali, si vede che il sistema nervoso media il rapporto con il mondo a partire dalla dicotomia piacere/dolore. Questa dicotomia diviene piú complessa, nell'attuale, per la dualità comportamentale avvicinamento/allontanamento, e nel virtuale per la dualità ricerca/fuga, che apre i comportamenti alla memoria (e quindi all'apprendimento) e all'anticipazione (e quindi alla creazione). L'insieme delle attività cognitive sembra quindi legato alla loro interpretazione affettiva. Il problema centrale della conoscenza quindi consiste nel sapere in che modo si passa dalla tensione fisica alla contraddizione logica, ossia come sia possibile la negazione, partendo da schemi analogici di regolazione cognitivo-affettiva.

Il binomio emozione/motivazione è alla base dell'intero campo affettivo. Dal punto di vista ontologico lo si può descrivere solo in termini di tensione (e questo non è specifico della psicologia scientifica moderna, ma è una costan-

te del pensiero occidentale). Il termine 'tensione' esprime il riconoscimento di un rapporto *ambiguo* tra un'interiorità e un'esteriorità, non descrivibile come una semplice contraddizione, ma anteriore sia alla logica combinatoria che lo caratterizza sia alla forma conflittuale che lo esprime. Questa tensione indica che occorre postulare, come sostegno dello stesso essere, una dimensione del vissuto che «fiancheggia» l'essere e non può essere afferrata in un logos, ridotta al binomio affermazione/negazione.

Tale tensione si esprime in ogni organismo tra due tendenze: una di apertura e una di chiusura, senza che sia possibile raggiungere l'una o l'altra se non a rischio della sua distruzione. Partendo da questo la scienza pretende di oggettivare i fenomeni in termini di estensione e di intensione, attraverso una duplice serie di interrogativi sulla loro stabilità e sulla loro probabilità. Riflettendo su questa pretesa oggettiva d'intendere la tensione come *isonomia*, la filosofia non ha mai smesso di postulare un'*autonomia* che si manifesta proprio in questa stessa tensione dell'essere, e fa da base alla ragione.

Agendo tra le due, il processo di oggettivazione della tensione si è realizzato attraverso tre modelli che definiscono l'asse storico della nostra modernità. I modelli che vengono assunti dalla tensione si possono restringere a tre possibilità.

4.1. Riduzione della tensione.

La prima possibilità si fonda sul postulato che la tensione è uno stato che tende ad autodistruggersi spontaneamente. Si pone cosí alla base stessa di ogni essere una reattività fondamentale che riduce la sua consistenza a una semplice capacità di resistenza. La tensione è quindi uno stato di fatto inesplicabile nella sua stessa esistenza, stato a partire dal quale tutte le trasformazioni di questo essere che resiste si manifestano come fenomeni. Sarà allora compito della scienza spiegare l'insieme dei meccanismi che tendono a far sí che si ritorni a uno stato di non-tensione.

Da questo impegno ontologico deriva il modello omeostatico: tutte le azioni di un sistema non sono altro che reazioni a stimoli esterni, risposte finalizzate e quindi spiegabili attraverso la loro direzione di ritorno a uno stato abituale di stabilità. Il sistema è compreso nella sua logica di autoconservazione, logica riducibile in termini di semplice ripetizione che permette in tal modo di allontanare l'esistenza di questa dimensione «auto» dal centro stesso della constatazione di una conservazione. Esiste soltanto un'impressione di interiorità, l'essere è riducibile a pura esteriorità.

Questo modello si riferisce a un paradigma energetico che è base del suo funzionamento. Questo stato abituale di un sistema verso il quale tendono tutti i suoi comportamenti, è possibile soltanto attraverso una tendenza generale dell'essere alla sua distruzione. Il ritorno alla stabilità originaria viene visto come una distruzione di tutti i rapporti che formano il sistema. Questa stabilità, situata al di qua della consistenza, si rivela come pura resistenza, pura estensione. L'oggettività è infine possibile solo attraverso il substrato originario.

L'insieme delle trasformazioni del sistema è riducibile da un punto di vista economico. L'esistenza del sistema nella sua fenomenologia di trasformazione è ridotta da una logica di chiusura, dove il problema della negazione si annulla quando il sistema ritrova il suo punto di equilibrio, il suo luogo di riposo.

L'atto d'oggettivazione è ridotto alla semplice constatazione di una forma come esteriorità, dove la contraddizione è interamente riassorbita nel problema della sua rappresentazione. Infine, l'oggettività deborda sull'analogico puro, che in quanto tale è soltanto il segno di un paralogismo compreso come alienazione, ossia come privazione. L'oggetto, come insieme di rapporti, è il segno del soggetto alienato come puro resto tra la sua esistenza e la sua logica.

4.2. Produzione della tensione.

È riflettendo su tale resto che risulta possibile postulare un'attività fondamentale dell'essere. L'organismo viene subito compreso in un rapporto esistenziale col mondo che ne permette la consistenza. La tensione si esprime attraverso un complesso gioco di rapporti come campo di compossibilità, e il suo mantenimento attraverso questo gioco diviene l'oggetto della scienza. Dare una spiegazione consiste allora nel trovare i meccanismi di riduzione tra quelli possibili che caratterizzano la tensione come insieme logico-combinatorio di ostacoli. Si può dare questa spiegazione attraverso la descrizione della produzione della tensione.

Un simile impegno per quanto riguarda il reale risulta in un modello comunicazionale della tensione. Ogni azione di un sistema si svolge in un rapporto d'incertezza esprimente la sintassi che contraddistingue il suo campo di compossibilità. Questa incertezza per quanto riguarda la consistenza stessa del sistema attribuisce a ogni stimolo esterno una potenzialità di tensione come commento su una possibile carenza di consistenza; la tensione è allora oggettivabile in quanto rappresentabile con uno schema strettamente digitale e quindi accessibile tramite un'azione combinatoria. Ma queste potenzialità che determinano l'insieme delle trasformazioni possibili sono oggettivabili solo in rapporto a un nodo logico non-prodotto, che esprime la logica del sistema e conferma attimo per attimo la sua esistenza nella sua continuità.

La posizione di questo nodo logico che preforma ogni relazione consente infine la riduzione dei rapporti di significazione e di valore che sovradeterminano l'informazione alle loro rappresentazioni: la loro riduzione al loro essere informati, cioè resi digitali. Frutto del paradigma informativo, questo modello si scontra col problema del sostegno di questa informazione come rapporto tra ogni relazione e lo spazio sostrato che permette alla comunicazione di stabilirsi (di stabilizzarsi). Si può allora spiegare la tensione, ossia una combinazione di differenze nello spazio sostrato, solo in rapporto alle sue condizioni energetiche, e quindi infine solo tramite un ritorno dell'informazione verso la sua distruzione. Puro gioco d'incertezza, la tensione non è altro che l'espressione di un processo verso la sola certezza possibile: la sua distensione; e siamo cosí tornati al modello precedente.

Ciò nondimeno, nella necessità di convalidarsi, questo modello deve risolvere il problema della negazione, e quindi del passaggio dalla logica all'esistenza, attraverso dei superamenti del livello del reale postulando un luogo non rappresentabile, un «altrove» rispetto al punto di vista dell'identità e del terzo escluso (come l'Es di Freud), consentendo la continuità immaginaria del digitale. Ritradotto nel discorso oggettivo in termini di rappresentazioni, si può tentare di risolvere il problema solo con dei rapporti di isomorfia tra sistemi sintattici. Ci si vede costretti a postulare, attraverso un gioco di proiezioni tra livelli di digitalizzazioni, un funzionamento analogico della tensione, irriducibile nella logica in quanto tale. L'esistenza diviene una pura constatazione, prima di realizzarsi attraverso un dover-essere (reale noumeno). Per spiegare questa esistenza constatata, bisogna allora postulare un adeguamento tra l'informazione legata (realizzata in una struttura fisica), e l'informazione libera (tutta la struttura). La tensione è soltanto l'espressione di questo adeguamento.

4.3. Deduzione della tensione.

Le relazioni che caratterizzano la tensione non sono piú comprese in un rapporto di esteriorità, ma come l'espressione della dinamica della forma che le integra e le differenzia. È studiando lo spazio substrato nella sua consistenza, ossia le sue condizioni di stabilità strutturale, che l'essere formato come esistenza può essere dedotto dall'azione stessa che lo porta ad affermarsi. «La forma di un segno non può dissociarsi dalla sua motivazione» [Thom 1974, p. 235]. La deduzione che s'inscrive in questa stessa azione e che supera il livello logico si intende come un'espressione della tensione che essa aveva la pretesa di distruggere, dando cosí origine al suo fondamento.

Attraverso questo impegno ontologico per quanto riguarda la propria situazione, una simile deduzione tende a spiegare il fattore energetico della comunicazione attraverso l'indagine della possibilità di rappresentazione della tensione, ossia della sua estensione; ed ecco il terzo modello della tensione: il modello catastrofico.

L'insistenza della forma è vista come ciò che ne permette l'esistenza. Attraverso quest'ultima, la sua consistenza (il suo logos) può essere dedotta dalle locali condizioni morfogenetiche. L'adeguamento, necessario nel modello precedente, tra il livello di equilibrio locale e ogni altro livello del reale, costringendo a comprendere ogni isomorfia come analogia e ogni tensione come l'espressione di un limite, non ha piú ragione di essere; la tensione genera sia le sue rappresentazioni analogiche sia quelle digitali.

Frutto di un paradigma di regolazione, questo modello, integrando gli altri due, permette di comprendere ogni forma in un rapporto di isologia. Per mezzo delle loro stesse posizioni le relazioni integrate in una «figura di regolazione» sostengono la stabilità della forma attraverso il conflitto che le tiene insieme differenziandole. La tensione, che da un punto di vista esistenziale è privazione, si rivela potenzialità dal punto di vista insistenziale. Da questa asimmetria, esprimente il fatto che la tensione costantemente «supera» la contraddizione che avrebbe la pretesa di racchiuderla nella sua rappresentazione, s'impone un'«autologia» della forma, che pone i limiti di ogni deduzione della tensione, seguendola passo passo nel suo stesso divenire. Limite del campo teorico, la forma autoregolata si apre all'etica e all'estetica. Forse da Kant in poi non si è fatto altro che commentare questo percorso incompiuto attraverso il quale tutt'a un tratto la metafisica si è trovata fuori di sé, seguendo ogni autonomia nei suoi comportamenti e ponendo in discussione l'interesse che suscita ogni azione.

5. *Conclusioni.*

La motivazione e l'emozione si rifanno dal punto di vista etimologico all'idea di *movimento*. Motivazione è ciò che spinge una persona a muoversi, ed emozione quello che fa muovere un essere fuori di sé.

Sul piano dell'essere tra questi due movimenti non sembra vi sia contraddizione, ma piuttosto una complementarità che rivela la consistenza di un essere nel suo divenire. I due concetti sembrano riferirsi a una stabilità originaria che essi cingono come resistenza al movimento.

Il loro rapporto si precisa sul piano dell'azione: quanto appariva come una statica della vita si raddoppia in una dinamica in cui questo essere resistente acquisisce in quanto tale una esistenza conflittuale. Questi concetti agiscono allora nell'interazione dell'organismo e del suo ambiente, e sembrano al limite come due poli, uno attivo che esprime una volontà, e uno passivo che imprime una rappresentazione.

Sul piano del probabile questa interazione si rivela in una dimensione d'inquietudine in cui l'esistenza è possibile solo insistendo nell'affermazione di sé. L'emozione e la motivazione inseriscono allora ogni azione insistente in un rapporto d'incertezza, e quindi di valore e di significazione. La complementarità si afferma. La motivazione dà l'avvio a un'azione a partire da un nodo di certezze e le permette di dirigersi verso oggetti *ri*conosciuti. L'emozione tinge ogni azione di incertezza.

Sul piano del tempo la motivazione agisce nelle tre dimensioni temporali: passato, presente e futuro; permette di calcolare l'azione con un gioco di memoria e di anticipazione. L'intensità dell'azione va mediandosi nell'ordine del passato e del futuro. È al contrario il presente che conferisce all'emozione la sua intensità, manifestazione di un'impotenza ad evadere dal presente. Situazione limite, è la constatazione radicale di una precarietà esistenziale: l'insistenza si riduce all'esistenza, e quest'ultima non è altro che la posizione di una stabilità. È solo aprendosi in direzione del passato e del futuro che verrà superata questa situazione limite.

Sul piano dello spazio la motivazione estende ogni azione in un campo di certezze come punto di riferimento e la realizza come ricerca di esplorazione. Domina uno spazio tramite una localizzazione e una coordinazione. L'emo-

zione al contrario colora d'incertezza ogni localizzazione e sembra concentrare lo spazio in un punto che sfugge ad ogni localizzazione possibile come semplice constatazione di una differenza. Il binomio emozione/motivazione determina dunque un *limite* per ogni soggetto. La motivazione proietta una necessità interna attraverso la quale un'interiorità si afferma su un ambiente come sfera di abitudini e di capacità. L'emozione riflette una necessità esterna che rende inadeguato il rapporto col reale. Tramite l'interazione di questi due movimenti il soggetto afferra il suo limite come relazione. [A. D.].

Baerends, G. P.
1958 *Comparative methods and the concept of homology in the study of behavior*, in «Archives néerlandaises de zoologie», XIII, pp. 401-17.

Bolzoni, M.
1976 *Un chimpanzé «sapiens»?*, in «La Recherche», VI, n. 72.

Cannon, W. B.
1927 *The James-Lange theory of emotions. A critical examination and an alternative theory*, in «American Journal of Psychology», XXXIX, pp. 106-24.
1939 *The Wisdom of the Body*, Norton, New York.

Darwin, Ch.
1872 *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Murray, London.

Delgado, J. M. R.
1969 *Physical Control of the Mind*, Harper and Row, New York (trad. it. Boringhieri, Torino 1973).

Dewey, J.
1895 *The theory of emotion. II*, in «Psychological Review», pp. 13-32.

Eibl-Eibesfeldt, I.
1967 *Grundriss der vergleichenden Verhaltensforschung. Ethologie*, Piper, München (trad. it. Adelphi, Milano 1976).

Fraisse, P.
1968 *Les émotions*, in P. Fraisse e J. Piaget (a cura di), *Traité de psychologie expérimentale*, vol. V, Presses Universitaires de France, Paris 1968², pp. 85-155 (trad. it. Einaudi, Torino 1974, pp. 121-225).

Freud, S.
1920 *Jenseits des Lustprinzips*, Internationaler Psychoanalytischer Verlag, Leipzig-Wien-Zürich (trad. it. in *Opere*, vol. IX, Boringhieri, Torino 1977, pp. 193-249).

Gusdorf, G.
1960 *Introduction aux sciences humaines*, Les Belles Lettres, Paris (trad. it. Il Mulino, Bologna 1972).

Herbart, J. F.
1824-25 *Psychologie als Wissenschaft*, Herbart, Königsberg.

Hinde, R. A.
1953 *Appetitive behaviour, consummatory act and the hierarchical organization of behaviour*, in «Behaviour», V, pp. 189-224.
1970 *Animal Behavior: A Synthesis of Ethology and Comparative Psychology*, McGraw-Hill, New York.

Hull, C. L.
1943 *Principles of Behavior. An Introduction to Behavior Theory*, Appleton-Century, New York.
1952 *A Behavior System: An Introduction to Behavior Theory Concerning the Individual Organism*, Yale University Press, New Haven Conn.

James, W.
1884 *What is emotion?*, in «Mind», IX, pp. 188-205.
1890 *The Principles of Psychology*, Holt, New York (trad. it. Principato, Milano 1972).

Janet, P.
1928 *De l'angoisse à l'extase*, Alcan, Paris.

Karli, P.
1971 *Les conduites agressives*, in «La Recherche», II, n. 19, pp. 233-53.

Kortlandt, A.
1955 *Aspects and prospects of the concept of instinct*, in «Archives néerlandaises de zoologie», XI, pp. 155-284.

Lange, C.
1888 *Neue Experimente über den Vorgang der einfachen Reaction auf Sinneseindrücke*, in «Philosophische Studien», IV, pp. 479-510.

Lewin, K.
1935 *A Dynamic Theory of Personality. Selected Papers*, McGraw-Hill, New York (trad. it. Editrice Universitaria, Firenze 1965).
1954 *Behaviour and development as a function of the total situation*, in L. Carmichael (a cura di), *Manual of Child Psychology*, Wiley, New York 1954², pp. 791-844.

Lindsley, D. B.
1951 *Emotion*, in S. S. Stevens (a cura di), *Handbook of Experimental Psychology*, Wiley, New York, pp. 473-516.

Lorenz, K.
1963 *Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Aggression*, Borotha-Schöler, Wien (trad. it. Il Saggiatore, Milano 1976).

MacLean, P. D.
1959 *The Central Nervous System and Behavior*, Josiah Macy Jr Foundation, New York.

Miller, N. E.
1944 *Experimental Studies of Conflict*, in J. McV. Hunt (a cura di), *Personality and the Behavior Disorders*, Ronald Press, New York.

Nissen, H. W.
1954 *The nature of the drive as innate determinant of behavioral organization*, in M. R. Jones (a cura di), *Nebraska Symposium on Motivation 1954*, University of Nebraska Press, Lincoln, pp. 281-320.

Piaget, J.
1967 *Biologie et connaissance*, Gallimard, Paris.

Quarti, C., e Renaud, J.
1972 *Neuro-psychologie de la douleur*, Hermann, Paris.

Schachter, S., e Singer, J. E.
1962 *Cognitive, social and psychological determinants of emotional state*, in «Psychological Review», LXIX, pp. 378-99.

Thom, R.
1974 *Modèles mathématiques de la morphogénèse*, Union générale d'éditions, Paris.

Tinbergen, N.
1951 *The Study of Instinct*, Oxford University Press, London.

Tolman, E. C.
1932 *Purposive Behavior in Animals and Men*, Appleton Century Crofts, New York.

Emozione e motivazione sono due espressioni (cfr. **espressione**) dell'attività del **cervello**, nello stesso tempo come **funzione** e come **struttura**. Esse descrivono due tipi di relazione di **stabilità/instabilità**, alla frontiera tra l'interiorità e l'esteriorità di un **siste-**

ma; e l'**evento** entra a far parte di una **logica** del **piacere** e della pena che manifesta l'**integrazione** e il **differenziamento** dell'**organismo**. Il gioco tra **informazione, comunicazione** e **regolazione** caratterizzante l'emozione e la motivazione si costituisce, come un tessuto di relazioni tra affetto e **cognizione** che a sua volta è il supporto di una funzione di **immaginazione** esprimentesi con le modalità dell'**analogico/digitale**. L'insieme di queste relazioni può essere inteso anche come un campo **inconscio** traversato da un **desiderio** che gioca sull'opposizione **libertà/necessità**. Il movimento che la interessa, infine, si realizza in un **comportamento e condizionamento** globale di **autoregolazione/equilibrazione**.

Mente

Il pensiero occidentale in epoca moderna (cioè, approssimativamente, a partire dal XVII secolo) si è preoccupato di valutare l'adeguatezza e il limite di una visione del mondo che si può chiamare *Materialismo del Senso Comune* (d'ora in avanti MSC). Vi sono molte varietà di questa concezione e non è affatto vero che tutte siano mutuamente compatibili. Per gli scopi di questo articolo sarà comunque sufficiente identificare l'MSC con le tre seguenti asserzioni:

1) nulla esiste salvo ciò che è fisicamente caratterizzabile;
2) non vi sono interazioni fra entità fisicamente caratterizzabili, a eccezione delle interazioni causali;
3) tutte le interazioni causali sono determinate conformemente a una legge fisica.

È facile immaginare motivi da opporre a questa formulazione dell'MSC. Tutte le nozioni chiave («fisicamente caratterizzabile», «esistenza», «determinazione in conformità con una legge fisica» e, quanto a questo, «entità» e «causa») sono piú o meno problematiche ed è notorio che alcune delle piú profonde istanze della filosofia dipendono dalla loro chiarificazione. Tuttavia non si solleverà qui questo tipo di problemi: ci si limiterà a sottolineare che qualsiasi formulazione dell'MSC che racchiuda principî pur remotamente simili a 1-3) si trova esposta a quelli che, *prima facie*, sembrano porsi come due abbaglianti esempi contrari. Si tratta dei casi delle entità astratte (in particolare matematiche) e delle entità mentali. Poiché si è tentati di credere, a torto o a ragione, che una qualche versione dell'MSC sia la visione del mondo di cui le scienze avranno infine bisogno, non sorprende che la questione della conciliabilità dell'MSC con i fatti relativi a entità astratte ed entità mentali debba annoverarsi fra le istanze di maggiore interesse filosofico. Se, da un lato, fosse possibile escogitare un simile accomodamento, esso costituirebbe, in sé e per sé, una ragione convincente per ritenere vera qualche versione dell'MSC; se, d'altra parte, sussistesse una inconciliabilità fondamentale tra le asserzioni dell'MSC e i fatti inerenti a entità astratte e/o mentali, sarebbe importante conoscere con precisione l'origine dell'incompatibilità e quali alternative all'MSC porrebbero in grado di evitarla.

Si prenda in esame, molto brevemente, la questione delle entità astratte. Come si vedrà, sono qui adombrati molti dei problemi relativi al rapporto tra MSC e istanze sulle entità mentali; in effetti si vedrà che vi è almeno un punto in cui le due questioni si intersecano.

Le implicazioni pertinenti dell'MSC si possono suddividere in *ontologiche* ed *epistemologiche*. Considerato come teoria ontologica, l'MSC asserisce che è possibile, in linea di principio, stabilire tutte le verità che sono da stabilire senza far riferimento a entità diverse da quelle fisiche; quindi senza appellarsi a entità diverse da quelle dotate di estensione spaziale e durata fisica. Considerato come dottrina epistemologica, l'MSC parrebbe pretendere la possibilità di spiegare la

nostra conoscenza in termini di interazioni causali tra noi e questo o quell'oggetto fisico. Ciò nasce dalle considerazioni che *a*) è plausibile intendere la conoscenza come conseguenza di qualche specie di interazione fra conoscente e conosciuto; e che *b*) se l'MSC è vero, allora le uniche specie di interazione esistenti sono quelle causali tra oggetti fisici.

Dovrebbe risultare immediatamente evidente, alla luce di queste osservazioni, perché le entità astratte pongano seri problemi all'MSC. Infatti, se qualcosa è chiaro, è che tra gli enunciati veri ce n'è un numero indefinito del tipo: «La relazione *maggiore di* è transitiva», «3 è un numero primo», «Non tutti gli insiemi sono vuoti», e cosí via. Poiché questi enunciati sono veri, devono esservi fatti in virtú dei quali lo sono. *Prima facie*, questi enunciati includono fatti su relazioni, numeri, insiemi, ecc. Si potrebbe però arguire a buona ragione che, se vi sono fatti su relazioni, numeri e insiemi, debbono esistere cose quali relazioni, numeri e insiemi. Infine, se esistono, queste cose si rivelano, *prima facie*, esempi contrari all'ontologia dell'MSC, poiché relazioni, numeri e insiemi non possiedono nessuna delle due proprietà essenziali degli oggetti fisici, vale a dire estensione spaziale e durata temporale.

Analogo ragionamento vale, *mutatis mutandis*, per le istanze epistemologiche. Non si tratta soltanto del caso che due piú due sia uguale a quattro, ma anche che esiste un ampio riconoscimento del fatto che due piú due è uguale a quattro. Come già è stato notato, vi è una notevole plausibilità apparente nell'opinione secondo cui la conoscenza scaturirebbe da qualche specie di interazione fra il soggetto e l'oggetto della conoscenza, e, ammesso che l'MSC sia conforme a verità, questa interazione dovrebbe essere una qualche specie di interazione *causale*. In altre parole, l'MSC pare necessitare di una versione della teoria secondo cui la conoscenza è intesa come un effetto, la causa (diretta o indiretta) del quale è la cosa conosciuta. Ma sembrerebbe discendere da 3) che la conoscenza di due piú due è uguale a quattro non può essere un effetto del *fatto* che due piú due sia quattro. Da un lato, 3) vuole che le relazioni causali si conformino alle leggi fisiche e, presumibilmente, le leggi fisiche possono controllare soltanto relazioni fra entità fisiche; dall'altro, il fatto che due piú due valga quattro, comunque sia, non è probabilmente un'entità fisica.

Non è possibile portare oltre questa linea d'indagine in questa sede; sarà sufficiente osservare che, almeno a partire da Platone, si è avuto il forte sospetto che le considerazioni ontologiche ed epistemologiche sulle entità astratte suscitino dubbi molto gravi in merito alla difendibilità di una qualsiasi versione dell'MSC. (Platone si appella ripetutamente alle verità della matematica e della geometria nel tentativo di dimostrare che esistono oggetti non fisici, ossia le Forme, e che un tipo di conoscenza, vale a dire la conoscenza dialettica, non è mediata dall'attività causale dei sensi). Ad ogni modo il punto che si vuole sottolineare è che vi sono analoghi motivi di interesse per la riconciliabilità tra i fatti inerenti le entità mentali e le esigenze dell'MSC. Nel corso dell'articolo saranno esaminati a fondo questi motivi e si passeranno in rassegna varie soluzioni proposte per la loro trattazione. Come punto di partenza è però il caso di far notare che, a parte l'interesse intrinseco di questi problemi considerati come istanze

nella filosofia della mente, essi rivestono importanza considerevole per lo sviluppo pratico della scienza empirica. Sembra infatti piuttosto evidente che la speranza che la psicologia si sviluppi alla fine in una scienza matura è ragionevole soltanto se è vera questa o quella versione dell'MSC delle entità su cui indaga. Escludendo le scienze formali come la matematica, i grandi successi del metodo scientifico hanno tutti riguardato il chiarimento delle relazioni causali tra oggetti fisici. Se vi sono ragioni per credere che le entità mentali non si possano assimilare a oggetti fisici, o che i processi mentali non si possano avvicinare a processi causali determinati secondo leggi, vi sarebbero allora motivi per porre in dubbio la possibilità di sviluppare una psicologia sistematica lungo le direttrici che si sono dimostrate cosí fruttuose nelle altre scienze. I disaccordi su questo punto hanno cagionato innumerevoli dispute metodologiche fra gli psicologi militanti; senza dubbio le controversie sono destinate a continuare sino a quando si otterrà una chiarezza molto maggiore di quella attuale su fondamentali punti concettuali.

1. *Il mentale nel contesto dell'MSC.*

Quali sono dunque i motivi *prima facie* per anticipare il conflitto tra fatti relativi a entità mentali e richieste dell'MSC? Qui, come nel caso delle entità astratte, ci troviamo di fronte a difficoltà di ordine sia ontologico sia epistemologico. Tanto per cominciare, almeno dai tempi di Descartes si è argomentato che le entità mentali non possono essere fisiche in quanto queste ultime sono spazialmente estese e le entità mentali (almeno alcune) non lo sono. Poiché questo è un ragionamento che molti teorici trovano convincente, può valere la pena di analizzarlo piú a fondo.

È un principio di logica (talvolta detto «legge di Leibniz» o «principio di indiscernibilità degli identici») che dalle premesse $a = b$ e Fa consegua la conclusione Fb. (Supponiamo che a e b siano nomi o descrizioni definite, $=$ la relazione d'identità e F una costante predicativa, ovvero un termine esprimente una proprietà o insieme). Cosí, ad esempio, «Mia moglie ama le ostriche» si può legittimamente dedurre dalle premesse «Janet ama le ostriche» e «Janet = mia moglie». Questa scelta non sembra affatto tendenziosa e verrà presupposta nel corso di tutta la discussione.

Date la legge di Leibniz e le trasformazioni logiche standard, è possibile ricavare il principio che segue: «Da 'Fa' e 'non Fb', deriva 'non $(a = b)$'». Cioè, grosso modo, se esiste una proprietà tale che a la possieda e b no, allora a e b non sono identici. È questo il principio che sta alla base dell'argomento cartesiano citato in precedenza. Ad esempio, fra le entità mentali che si desidera riconoscere potrebbe essere incluso il desiderio di John di sposare Marcia. Presumibilmente, questa entità mostra certe proprietà temporali, come testimonia il fatto che può essere possibile dare risposte (vere) a domande del tipo «Quando iniziò John a provare il desiderio di sposare Marcia?» «Da quanto tempo John ha il desiderio di sposare Marcia?», e cosí via. Sembra però che analoghe considerazioni impe-

discano l'attribuzione di proprietà *spaziali* alle speranze di John; infatti non sembra possibile dare una risposta a interrogativi quali «Dov'è il desiderio di John di sposare Marcia?» o, ancora peggio, «Il desiderio di John di sposare Marcia è a sinistra o a destra della fossetta sul mento di John?»

Si tratta evidentemente di una faccenda seria. È noto da quanto discusso in precedenza che all'MSC non è demandato il riconoscimento di alcuna entità al di fuori di quelle fisiche. Parrebbe una semplice questione di definizione il fatto che le entità fisiche siano spazialmente estese; ma, in conseguenza dell'estensione, ogni entità fisica ammette qualche relazione spaziale rispetto a tutte le altre; a fortiori rispetto alla fossetta di John. È chiaro quindi che esiste una proprietà (e cioè la proprietà di ammettere qualche relazione spaziale rispetto alla fossetta di John) posseduta da ogni entità fisica, ma *non* dal desiderio di John. Ma se questo è vero, allora in base ai principî di logica sopra enunciati, ne consegue che il desiderio di John non può essere un'entità fisica, e quindi che l'MSC è falso. Per completare la discussione preliminare dei problemi ontologici sollevati dalle entità mentali a riguardo dell'MSC, si può aggiungere che vi sono moltissime proprietà possedute, *prima facie*, dalle entità mentali ma non da quelle fisiche, ed esse dànno la possibilità di svolgere lo stesso genere di argomenti appena forniti, soltanto in direzione opposta. Cosí, ad esempio, il desiderio di John di sposare Marcia può essere futile, sconsiderato, virtuoso, o la piú effimera fantasia. Ma è per lo meno opinabile che qualche oggetto fisico possa presentare una di queste caratteristiche. Se è vero, ciò implicherebbe ancora una volta che il desiderio di John di sposare Marcia è un esempio contrario all'ontologia dell'MSC.

È ora opportuno passare ad alcuni dei problemi epistemologici. È stato osservato che l'MSC suggerisce l'idea che, nel caso usuale, una catena causale leghi il soggetto all'oggetto della sua conoscenza; in particolare che, se x ha cognizione di y, tale conoscenza sia una conseguenza causale di interazioni legittimamente determinate tra x e y. Ora, moltissimi sono gli aspetti sconosciuti in merito a una corretta analisi di leggi e relazioni causali, ma almeno quanto segue sembra essere chiaro. Se vi sono due situazioni (S_1, S_2) tali che S_2 accada come effetto di S_1, dev'essere logicamente possibile che una situazione appropriatamente indistinguibile da S_2 possa accadere *non* come effetto di S_1. In altre parole si può affermare che una relazione, quando è causale, è anche contingente; che ogni effetto *avrebbe potuto* avere una causa diversa da quella *in effetti* avuta.

Queste considerazioni hanno conseguenze immediate per l'epistemologia; in prima approssimazione, se la verità di una credenza dipende dall'identità della sua causa, allora, da un punto di vista logico, *ogni* credenza potrebbe essere falsa poiché potrebbe avere avuto una causa diversa da quella che ebbe in realtà. L'MSC implica, come si è visto, che la verità di una opinione *dipenda* proprio dall'identità della sua causa, poiché nessuna convinzione vale come conoscenza se non è la conseguenza di una relazione causale fra il conoscente e il conosciuto. La conclusione è che, se l'MSC è vero, non possono esistere cose quali una credenza infallibile: una credenza che non possa, su base logica, rivelarsi falsa. Si ha cosí la possibilità di un ulteriore conflitto fra le esigenze dell'MSC e i fatti relativi a eventi mentali; infatti si può argomentare (ed è stato in realtà ampiamente sostenuto) che certe affermazioni di conoscenza «in prima persona» su eventi mentali *sono* infallibili. Si potrebbe essere tratti in errore sul fatto di avvertire dolore? O sul fatto di porre in dubbio la veridicità del teorema di Pitagora? Se la risposta è negativa, la conoscenza personale delle sofferenze e dei dubbi non può essere conseguenza delle nostre interazioni causali con essi; in caso affermativo, è difficile afferrare come un'adeguata teoria epistemologica sulla conoscenza dei propri stati mentali si possa riconciliare con le esigenze del principio 3). Se, per dirla in breve, l'introspezione è infallibile, essa si rivela una facoltà la cui esistenza è incompatibile con l'MSC (è interessante, alla luce del parallelismo generale fra problemi relativi a entità astratte e quelli inerenti a entità mentali, osservare che le considerazioni appena avanzate sono strettamente vicine all'argomentazione platonica secondo cui l'infallibilità della conoscenza matematica dimostra la natura non fisica del suo oggetto).

Si può completare questo panorama preliminare citando un altro punto di vista nel quale sembra che un'adeguata spiegazione della mente potrebbe rivelarsi irriconciliabile con l'MSC. Il principio 3) vuole che tutte le transazioni causali siano casi di una qualche legge fisica, e si può supporre che le leggi fisiche siano rigorosamente deterministiche almeno al macrolivello che interessa la psicologia. Si potrebbe però pensare, con maggiore o minore plausibilità, che almeno alcune delle transazioni causali in cui sono implicate entità mentali non siano cosí determinate. Nella letteratura tradizionale i candidati favoriti per l'indeterminatezza comprendono, ad esempio, la causazione di decisioni per conseguenza di credenze e vantaggi. Ad esempio, si sostiene, vi è sempre un elemento di «scelta reale» in qualunque processo decisionale, o almeno in qualunque processo decisionale che sia conveniente valutare dal lato morale. Ma si ritiene che l'esistenza di una scelta reale precluda una rigida determinazione da parte di una qualunque legge generale.

Qualsiasi cosa si possa dire contro questo punto di vista, al quale si tornerà in seguito nella discussione, almeno questo si deve dire a suo favore: nessuna delle generalizzazioni al momento disponibili quali candidati allo status di legge psicologica parrebbe neppure approssimarsi al possesso del carattere deterministico (cioè senza eccezioni) che contempla il principio 3). A dire il vero, esiste una vasta psicologia basata su regole empiriche, ma tutte le sue generalizzazioni contengono manifeste clausole *ceteris paribus* [cfr. Grice 1975]. (La validità dell'affermazione può apparire meno ovvia nel caso delle generalizzazioni di aree della psicologia formale quali la teoria dell'apprendimento, ma, quasi certamente, la causa va ricercata esclusivamente nell'estrema artificialità dei comportamenti che i teorici dell'apprendimento esaminano [per una discussione, cfr. Chomsky 1959]). Nella migliore delle ipotesi non è autoevidente che tali generalizzazioni si possano tradurre nelle rigorose leggi causali pretese dal principio 3). Se la trasformazione non è possibile, una volta di piú i fenomeni mentali propongono seri problemi per la generalità dell'MSC.

2. *Alcune caratteristiche del mentale.*

Sinora si è mantenuta la nozione di evento mentale (processo, oggetto, stato, fenomeno, ecc.) piuttosto nel vago, dal momento che era adeguata allo scopo di delineare i tipi di problemi che il dominio mentale pone per una visione del mondo materialistica. Ogni esame piú particolareggiato di questi punti presupporrà tuttavia una piú limpida caratterizzazione della classe dei casi che si suppone abbraccino termini come 'mentale' e 'psicologico'. È a questo argomento che ora ci si volgerà.

È meno facile di quello che si potrebbe supporre a prima vista tracciare una linea che divida in modo soddisfacente il «mentale» dal «fisico», in particolare se si insiste sul fatto che queste categorie dovrebbero al contempo essere esclusive ed esaurienti. L'essere biondi, od obesi, è sicuramente una proprietà fisica, ossia una proprietà del corpo. L'intelligenza è un tratto mentale, e sensazioni e credenze sono paradigmi di entità mentali. Ma non è chiaro che cosa dire sull'avidità o sulla flemmaticità, entrambi apparentemente tratti della personalità o del carattere e come tali scomodi da far rientrare nel regno mentale o in quello fisico. Analogamente, è incerto che una predilezione per Bartók costituisca una entità mentale, benché sia senza dubbio possibile dedurre qualcosa della qualità della mente di un uomo dal fatto che egli manifesti tale preferenza.

Questo genere di considerazioni ha indotto molti filosofi a diffidare di dicotomie del tipo mente/corpo e mentale/fisico, e si potrebbe facilmente simpatizzare col punto di vista secondo cui un'ontologia sofisticata probabilmente ha bisogno di impiegare un numero di categorie molto maggiore di queste. Quello che in ogni caso sembra evidente è l'improbabilità che la classica prova cartesiana (le entità fisiche sono «nello» spazio e tempo, le menti sono soltanto «nel» tempo) faccia al caso nostro. *Prima facie*, alcune entità mentali *hanno* localizzazioni spaziali (un dolore può essere in un braccio o in un dente); alcune rifiutano attribuzioni di durata temporale (vi è qualcosa di errato in un'asserzione quale «Ho continuato a conoscere la soluzione di questo problema per l'ultima mezz'ora» [cfr. Ryle 1949]) e si trovano entità astratte che paiono soddisfare la prova cartesiana per il mentale («Il debito nazionale della Bulgaria nel 1942» ha senso, ma «Il debito nazionale della Bulgaria in Danimarca» non ne ha).

Il problema della precisa delimitazione della sfera del mentale ha tormentato a lungo i filosofi, ma non verrà dibattuto in questa sede [per un'estesa discussione cfr. la bibliografia in Marras 1972]. Basterà proporre qualche osservazione su due proprietà, l'una o l'altra delle quali sembra essere caratteristica di molti casi evidenti del mentale, e ognuna delle quali suscita seri interrogativi per l'MSC. Si tratta dell'intensionalità e del possesso di contenuto qualitativo. Tutto sommato, nella parte restante dell'articolo si supporrà che il problema principale cui si trova di fronte una teoria della mente sia il rendere ragione di queste proprietà.

3. *L'intensionalità del mentale.*

Vi sono vari modi per introdurre la nozione di intensionalità, ma quello forse piú facile e con minore probabilità di pregiudicare le questioni ontologiche ed epistemologiche consiste nel caratterizzare l'intensionalità del mentale in funzione di certi aspetti di espressioni linguistiche che descrivono stati mentali. Si ricorderà che esiste un principio di logica (legge di Leibniz) il quale enuncia essenzialmente che, se *a* e *b* sono identici, anche le loro proprietà sono identiche. La conseguenza di questo principio sta nell'assicurare l'intercambiabilità di espressioni referenti in qualsiasi contesto linguistico, sintantoché queste contrassegnano la stessa cosa. In particolare, il principio garantisce l'impossibilità di trasformare una proposizione vera in una falsa soltanto realizzando tale sostituzione.

Si dia a qualunque contesto linguistico nel quale queste sostituzioni siano valide il nome di contesto *trasparente*. Cosí, ad esempio, il contesto «... ama le ostriche» è trasparente poiché, data una coppia di sostantivi correlati quali «Janet» e «mia moglie», è possibile sostituirli reciprocamente in quel contesto senza alterare la verità. («Janet ama le ostriche» è vero se e solo se è vero «Mia moglie ama le ostriche», supponendo Janet = mia moglie). Si adotti anche la convenzione terminologica per cui qualunque contesto nel quale tali sostituzioni *non* conservano la verità è un contesto *intensionale*. A questo punto si può caratterizzare uno degli aspetti piú singolari del mentale: sembrano esservi fatti relativi a stati mentali, specificabili soltanto mediante proposizioni contenenti contesti intensionali.

Si consideri il classico esempio introdotto nella letteratura filosofica da Frege [1892]. Poiché, in materia astronomica, l'entità denotata dall'espressione «La stella del mattino» è identica a quella denotata dall'espressione «La stella della sera», ci si aspetterebbe, sulla base della legge di Leibniz, che queste espressioni dovessero essere liberamente intercambiabili in tutti i contesti linguistici; e, in realtà, le sostituzioni sono valide in un numero indefinito di contesti di questo tipo, tra i quali «... è effettivamente un pianeta», «... è identica a Venere», ecc. Si osservi però che tali sostituzioni inficiano la verità in un numero imprecisato di proposizioni contenenti predicati che esprimono stati mentali. Ad esempio non si può far discendere validamente la conclusione «Gli antichi credevano che la stella del mattino si identificasse con la stella della sera» dalle premesse «Gli antichi credevano che la stella del mattino si identificasse con la stella del mattino» e «La stella del mattino è identica alla stella della sera»; benché le premesse dell'argomento siano indubitabilmente vere, la conclusione, da un punto di vista storico, è falsa.

La legge di Leibniz non è il solo principio di logica che sembra venir meno in contesti mentali tipici. Si esamini il principio di inferenza che i logici chiamano «generalizzazione esistenziale». Di norma succede che, data una premessa della forma ***Fa***, si possa legittimamente ricavare una conclusione della forma «Vi è un ***x*** tale che *Fx*». Ad esempio, data la premessa «John ammira Mary»,

è possibile derivare sia «Vi è qualcuno che ammira Mary» (prendendo «John ammira» come *F*) sia «Vi è qualcuno che ammira Mary» (prendendo «ammira Mary» come *F*). Al pari della legge di Leibniz, tuttavia, la generalizzazione esistenziale sembra entrare in crisi in contesti quali «John vuole catturare un pesce». In altre parole, non è possibile saltare da quella premessa alla conclusione «C'è un pesce che John vuole catturare». L'invalidità di questo schema di inferenza si può vedere dal fatto che può essere senz'altro vero che John voglia catturare un unicorno, o che desideri trovare una montagna d'oro, anche se non vi sono né unicorni né montagne d'oro. Questo è un modo di attualizzare l'argomento che il filosofo Brentano [1874] aveva in mente quando parlava della «inesistenza intensionale» degli oggetti di certi stati mentali; l'impressione è che, se si interpreta il *desiderio di* come una relazione, si dovrà affermare che è una relazione in grado di sostenersi fra entità alcune delle quali inesistenti.

È necessario toccare quattro punti generali su queste anomalie nel comportamento logico dei contesti mentali. In primo luogo, benché il fallimento di principî di logica quali la legge di Leibniz e la generalizzazione esistenziale sia in un certo senso estremamente caratteristico di determinati contesti mentali (in particolare di contesti contenenti termini per cui Bertrand Russell ha coniato il nome di *atteggiamenti proposizionali*, quali la convinzione, la speranza, il desiderio, l'intendimento, ecc.), esso non è affatto limitato a questi contesti. Per tale motivo (tra gli altri) è dubbio che l'intensionalità e i fenomeni relativi possano essere assunti come criterio del mentale, pur essendo stati alcuni filosofi di diverso avviso. Si noti, in particolare, che tanto la legge di Leibniz quanto la generalizzazione esistenziale falliscono in modo tipico in contesti modali quali «È necessario che...», «È possibile che (o impossibile che)...», ecc. Ad esempio, non si può usare la legge di Leibniz e «La stella del mattino è la stella della sera» per passare dalla premessa (vera) «È necessario che la stella della sera sia la stella della sera» alla conclusione «È necessario che la stella del mattino sia la stella della sera». In modo analogo si potrebbe a ragione mettere in dubbio la validità dell'impiego della generalizzazione esistenziale per passare da «Necessariamente, l'uomo fermo all'angolo è fermo all'angolo» a «Vi è qualcuno necessariamente fermo all'angolo»; presumibilmente qualsiasi persona ferma all'angolo avrebbe invece potuto indugiare in qualche altro posto. È allettante credere che questi paralleli fra contesti mentali e modali non siano accidentali; forse si potrebbe mettere a punto una teoria generale per comprenderli entrambi [cfr., ad esempio, Hintikka 1962].

Il secondo punto è l'ampia attuale ammissione dell'esistenza di un senso importante in cui l'intensionalità è ineliminabile da contesti mentali. In particolare, molti filosofi sono oggi d'accordo nel ritenere che non sia in generale possibile trovare formule completamente trasparenti che siano logicamente equivalenti a espressioni contenenti locuzioni intensionali. Si tornerà su questo argomento riflettendo sulle spiegazioni behavioristiche del mentale; al momento sarà sufficiente un esempio per illustrare la difficoltà fondamentale. Si supponga che qualcuno voglia sostenere che, affermando che John crede all'esistenza di conigli sulla luna, ciò che realmente si intende è che John è disposto ad agire in

qualsiasi modo opportuno se vi sono conigli sulla luna. Si supponga anche che «John è disposto ad agire in qualsiasi modo opportuno se vi sono conigli sulla luna» sia, o si possa tradurre in, una forma di parole contenente soltanto locuzioni trasparenti. Se queste asserzioni potessero essere sostenute, vi sarebbe per lo meno un caso in cui un contesto intensionale (cioè «crede che...») può essere eliminato almeno da una descrizione di uno stato mentale. Ciò renderebbe ragionevole sperare che tutti questi contesti possano essere in tal modo eliminabili, almeno in linea di principio.

Sembra però chiaro che questa strategia non funzionerà. Infatti, si consideri la nozione di un'azione opportuna all'esistenza di conigli lunari. Può darsi che, in realtà, la cosa opportuna da fare se vi sono conigli sulla luna sia tentare di farvi crescere carote. Si ipotizzi che ciò sia vero. Tuttavia non è possibile dedurre da questo fatto (presunto), insieme alla credenza di John che sulla luna vi siano conigli, che John sarà disposto a tentare di coltivare carote sulla luna. Questo ragionamento sembrerebbe dimostrare che «John crede che vi siano conigli sulla luna» non ha lo stesso significato di «John è disposto ad agire in qualsiasi modo opportuno se vi sono conigli sulla luna»: infatti, l'ultima premessa insieme all'assunto relativo alla convenienza delle carote, implica che John sarà disposto a intraprendere una coltivazione lunare, e due affermazioni non possono avere lo stesso significato se non hanno le stesse implicazioni.

Sembra abbastanza evidente che cosa non va: non possiamo, partendo dalla disposizione di John a fare qualunque cosa sia opportuna, associata al fatto che una certa azione *sia* opportuna in realtà, arguire che John agirà in questo certo modo. Al piú la deduzione verrà portata a compimento soltanto sull'assunto che *John sa* (quindi, a fortiori, *crede*) che proprio quella sia la cosa opportuna da fare. Da ciò deriva la necessità di rivedere la proposta originaria per l'analisi del «crede che»; bisognerà invece affermare che «John crede che vi siano conigli sulla luna» significa a un di presso «John è disposto ad agire in qualsiasi modo che *crede* essere opportuno nel caso vi siano conigli sulla luna». Naturalmente la difficoltà risiede nel fatto che, pur essendo in realtà difendibile, questa equivalenza non serve a eliminare i contesti intensionali dalle descrizioni di stati mentali, poiché «crede» appare ora in *entrambi* i lati dell'equazione.

Si dovrebbe mettere in evidenza che, anche se lo si è esposto come un argomento riguardante l'ineliminabilità di certi contesti linguistici da proposizioni esprimenti stati mentali, il punto essenziale che vi sta sotto si riferisce a menti, non a proposizioni. Se è vero che non è possibile fare a meno di espressioni quali «crede» e «vuole» in psicologia, è presumibilmente perché credenze e desideri contribuiscono all'eziologia del comportamento degli organismi. Se è vero che contesti come «crede che...» e «vuole...» sono irriducibilmente intensionali, ciò testimonia probabilmente della natura del credere e del volere. Una teoria adeguata della mente dovrà specificare quale contenuto nelle convinzioni e nei desideri può spiegare l'intensionalità di espressioni ad essi inerenti.

Il terzo punto generale sul fenomeno dell'intensionalità è questo: mentre, come si è visto, tale fenomeno non è ristretto ai contesti mentali, la maggioranza dei teorici ritiene che tutti i contesti fisici siano trasparenti (dando a «contesto

fisico» approssimativamente il significato di «contesto che richiederebbe di essere impiegato in una adeguata formalizzazione delle scienze fisiche»). Certamente il meno che si possa dire a questo riguardo è che i contesti esprimenti parametri fisici tipici quali massa, carica, localizzazione spaziale e cosí via parrebbero pienamente trasparenti, al pari del contesto relazionale fondamentale «... causa ...» Quest'osservazione, associata all'apparente ineliminabilità dei contesti intensionali da descrizioni di stati mentali, insinua la fastidiosa possibilità che esista una differenza fondamentale tra il carattere logico dei concetti essenziali delle teorie psicologiche e fisiche. Alcuni filosofi hanno infatti sostenuto che simili considerazioni sono equivalenti a una dimostrazione dell'impossibilità di ridurre la psicologia a una qualunque delle scienze fisiche, e quindi della falsità delle implicazioni metodologiche di dottrine quali l'MSC. Chiaramente, se ci si vuole opporre a questa conclusione, sarà necessario elaborare una spiegazione dell'intensionalità compatibile con l'MSC. (Il problema della riducibilità della psicologia alle scienze fisiche non si identifica con quello ontologico relativo alla natura del mentale, benché i due siano evidentemente in stretta connessione).

Si è cosí giunti alla quarta considerazione, cioè al fatto che è possibile visualizzare l'intensionalità dei contesti mentali in modo da collegare quel fenomeno con il tipo di problemi sugli oggetti astratti di cui si è parlato. Seguire quest'indicazione a lungo andare porterebbe a sollevare problemi, nell'area della semantica, che sono al di là dello scopo di questo articolo. Tuttavia può essere opportuno dare una breve traccia della natura del legame.

Si è visto che un aspetto tipico dei contesti mentali è la mancanza di interscambiabilità di espressioni coreferenti. Si supponga di ipotizzare [secondo Frege 1892] che ogni espressione referente non abbia soltanto una denotazione (cioè l'oggetto cui si riferisce), ma anche un senso. Il senso di un'espressione è, per convenzione, un certo oggetto astratto, e cioè il significato di quell'espressione. Si affermerà ora che espressioni coreferenti hanno la stessa denotazione ma si diversificano per solito nel senso. L'espressione «La stella del mattino», ad esempio, ha come denotazione un determinato oggetto, vale a dire la stella del mattino (ovvero la stella della sera; ovvero Venere); laddove il senso dell'espressione è, per esempio, 'La stella che sorge al mattino'. L'espressione «La stella della sera», ha invece la stessa denotazione ma il senso è, poniamo, 'La stella che sorge di sera'. Vi saranno ovviamente taluni casi in cui espressioni coreferenti condividono tanto il senso quanto la denotazione; vale dire i casi nei quali le espressioni sono sinonime.

Fatti questi preparativi, Frege adotta una tecnica ingegnosa per trattare l'intensionalità. Anziché supporre che la legge di Leibniz venga meno in contesti del tipo «John crede che la stella del mattino sia identica a...», egli presume piuttosto che le espressioni referenti siano sistematicamente ambigue; in particolare, che la denotazione posseduta da una tale espressione quando si ritrova in un contesto intensionale sia identica al senso che essa possiede in un contesto trasparente. Cosí, ad esempio, in contesti trasparenti la denotazione della «stella della sera» è la stella della sera. Tuttavia in una proposizione intensionale come «John crede che la stella della sera sorga a oriente», la denotazione de «la stella

della sera» è il senso che di norma esprime la forma delle parole «la stella della sera». Un argomento a favore di questa proposta è che essa predice (correttamente) il fatto che espressioni sinonime siano interscambiabili in contesti intensionali tipici; anzi, in base a questa proposta, tale predizione è conseguenza immediata della validità della legge di Leibniz. Infatti *a*) per assunto, espressioni referenti alludono ai rispettivi sensi in contesti intensionali; *b*) espressioni sinonime hanno lo stesso senso; e *c*) la legge di Leibniz afferma che espressioni coreferenti sono interscambiabili mantenendone la verità.

La proposta di Frege, se corretta, ha almeno il merito di salvaguardare i contesti mentali dall'imputazione di essere esempi sfavorevoli a regole di logica altrimenti valide. Ma ciò non è di gran conforto per il teorico desideroso di confermare l'MSC e la continuità delle scienze psicologiche con quelle fisiche. Infatti, per conservare la validità della legge di Leibniz in contesti mentali, si è dovuta arricchire l'ontologia con l'inserimento dei significati, che, qualunque cosa siano, presumibilmente non sono entità fisiche, né si è a conoscenza di discipline diverse dalla psicologia necessitanti una loro postulazione. Occorre riflettere, inoltre, che se il significato di un'espressione è un oggetto astratto, allora la conoscenza di ciò che essa significa deve in qualche modo fondarsi su un legame con un oggetto astratto e, quale che sia tale relazione, essa sicuramente non è causale. In breve, se la soluzione fregeana del problema dell'opacità del mentale è giusta, i contesti mentali minacciano tanto le implicazioni epistemologiche quanto quelle ontologiche dell'MSC. È di qualche interesse, a questo proposito, il fatto che nessuna delle critiche avanzate contro la proposta di Frege si sia dimostrata piú convincente dell'argomento secondo cui non vi sono principî per stabilire quando due espressioni hanno lo stesso senso, e che nessun criterio del genere potrebbe essere sufficientemente consono alle esigenze di un'epistemologia adeguata [cfr. Quine 1960].

Sorge cosí la questione se vi sia un modo per caratterizzare gli oggetti degli atteggiamenti proposizionali, compatibile con i requisiti ontologici ed epistemologici dell'MSC. Cosí posto, anche questo problema appare però oscuro, poiché non è evidente quale versione dell'MSC potrebbe essere plausibile indipendentemente dalle necessità del mentale. Basterà notare che qualsiasi approccio ai contesti mentali, meno flagrante di quello fregeano nelle sue supposizioni ontologiche ed epistemologiche, potrebbe costituire un passo in una direzione desiderabile.

Si possono, forse, distinguere le linee principali di un tale approccio nel trattamento degli atteggiamenti proposizionali implicito nella ricerca empirica in corso nella psicologia della conoscenza. Data l'urgenza del problema dell'intensionalità per un'adeguata teoria della mente, sarà bene considerare questi sviluppi piú in particolare.

4. *Spiegazioni concettualistiche degli atteggiamenti proposizionali.*

Un modo ovvio e ontologicamente economico di rendere conto dell'intensionalità di contesti di atteggiamenti proposizionali consiste nel trattare il crede-

re, il volere, l'intendere, ecc. come relazioni fra persone e proposizioni. Infatti, siano o no le proposizioni degli oggetti compatibili con l'ontologia dell'MSC, sembra chiaro che esistono cose quali le proposizioni, e quindi l'ammetterle nella nostra teoria della mente non ci impegna a nulla la cui esistenza non ci sia già necessaria per altri scopi [cfr. Carnap 1947].

A questo riguardo si interpreta quindi la credenza di John che la stella vespertina nasca a oriente come relazione fra John e, per esempio, la proposizione «La stella della sera sorge a Est». In altre parole, la forma logicamente perspicua di «John crede che la stella della sera sorga a Est» sarebbe grosso modo «John crede-vera (la proposizione) 'La stella della sera sorge a Est'». Per analogia, la forma logicamente perspicua di «John desidera trovare una montagna d'oro» sarebbe «John desidera-vera (la proposizione) 'John trova una montagna di oro'», e cosí via.

Questo trattamento degli oggetti di verbi esprimenti atteggiamenti proposizionali ha una vasta gamma di proprietà desiderabili. Ad esempio, si potrà ora descrivere il comportamento logico di contesti mentali in armonia con la legge di Leibniz, poiché la proposizione «John crede-vero 'La stella della sera sorge a Est'» mantiene il proprio valore di verità qualunque nome della proposizione incassata si sostituisca a «La stella della sera sorge a Est» (viene qui seguita la pratica dei logici di considerare le espressioni tra virgolette elevate come nomi propri della forma delle parole comprese tra le virgolette). Analogamente si applica la generalizzazione esistenziale, poiché, da «John crede-vero 'La stella della sera sorge a Est'», si dedurrà l'esistenza di qualcosa che John crede-vero (ovvero la frase «La stella della sera sorge a Est»). D'altra parte, si può immediatamente capire perché non sia valida l'inferenza «C'è qualcosa che John crede nasca a Est» a partire da «John crede che la stella della sera sorga a Est». Dal momento che, nella presente ipotesi, l'oggetto del «crede» è una formula tra virgolette, essa dovrebbe essere opaca a operazioni logiche: il materiale compreso tra virgolette è di norma inerte da un punto di vista logico. (Non si può, ad esempio, da «San Giorgio fu chiamato 'l'uccisore del drago'» evincere «Esiste qualcosa di cui san Giorgio fu detto l'uccisore»). Considerazioni affini spiegherebbero il venir meno della legge di Leibniz in contesti mentali.

Ad onta delle proprietà desiderabili, un tale modo di trattare l'intensionalità offre difficoltà tali da far apparire la causa senza speranze. In primo luogo sembra arduo comprendere, sulla base di questa proposta, come persone di lingua diversa possano ciò nonostante avere le stesse credenze, speranze, desideri o intendimenti. Se, ad esempio, credere che la stella vespertina sorga a Est equivale a credere-vera la proposizione «La stella della sera nasce a oriente», allora possedere tale convinzione si deve collegare a un frammento di italiano. Come riuscirebbe, ci si potrebbe chiedere, un non conoscitore della lingua italiana a godere di quella relazione?

Potrebbe servire supporre che una condizione sufficiente perché sussista la credenza sia che si creda-vera *o* la proposizione italiana *o* una qualsiasi delle sue traduzioni. Ma neppure è certo che questa posizione sia sostenibile. Essa relativizza la nozione di una credenza a quella di una traduzione, ed è immaginabile

che ogni simile relativizzazione sia intrinsecamente circolare perché una condizione necessaria per una proposizione che ne traduce un'altra è che entrambe debbano servire in modo standard (nei rispettivi linguaggi) a esprimere le stesse credenze. Inoltre dovrebbe presumibilmente conseguire da un'adeguata teoria della mente che vi siano almeno alcuni stati mentali condividibili da adulti che parlano e organismi che non parlano, quali infanti e animali. Questo è un punto di qualche rilevanza per lo psicologo operante, poiché sembrano esservi molti principî psicologici che si mantengono attraverso le specie, ed è difficile vedere in qual modo ciò potrebbe verificarsi se non vi fossero comunità interspecifiche di stati mentali [cfr. Fodor 1975].

Alla luce di queste considerazioni, molti psicologi stanno oggi esaminando seriamente la possibilità di rispolverare la tradizionale nozione di «rappresentazione interna». Secondo questa nozione, largamente diffusa nelle trattazioni sia empiristiche sia razionalistiche della psicologia filosofica, i processi mentali hanno accesso a sistemi di concetti. I sistemi concettuali agiscono nella rappresentazione di possibili stati di cose ed è a queste rappresentazioni (piuttosto che ai sensi di Frege o alle proposizioni in italiano) che si ricollega immediatamente l'organismo mediante i suoi atteggiamenti proposizionali.

Inoltrarsi molto nell'esame di questa proposta significherebbe introdursi nei dettagli della moderna psicologia della conoscenza, che non è possibile considerare in questa sede. Piuttosto, ci si accontenterà di *a*) suggerire perché è plausibile, indipendentemente dal desiderio di una possibile teoria degli oggetti degli atteggiamenti proposizionali, ipotizzare a scopi psicologici l'esistenza di sistemi di rappresentazione concettuale; e *b*) far notare che la stretta analogia fra sistemi concettuali e linguaggi, presupposta nel trattamento degli atteggiamenti proposizionali in precedenza delineato, è in realtà sempre stata implicita nei modi in cui si è fatto uso dell'appello a sistemi concettuali nella tradizione della psicologia filosofica classica.

a) Si può dire in tutta semplicità perché gli psicologi della conoscenza contemporanei sono cosí profondamente legati a qualche nozione di rappresentazione interna. L'assunto fondamentale delle teorie attualmente piú accreditate dei processi conoscitivi è che si tratti di processi di calcolo; ed è logico che i calcoli debbano essere definiti su una qualche forma di rappresentazione. Un unico esempio dovrebbe essere sufficiente a chiarire la situazione.

È un luogo comune che il comportamento manifesto di un organismo sia per solito determinato dalle sue credenze e interessi, e pare del tutto sicuro presupporre che qualsiasi seria teoria psicologica dell'azione debba dare una spiegazione dei processi mentali che mediano questa determinazione. I teorici certamente si discostano sui particolari, ma lo schema seguente sembra costituire una base comune:

1) L'agente presume di essere in una determinata situazione, S.
2) L'agente ritiene che un certo insieme di opzioni comportamentali (B_1, B_2, ..., B_n) siano disponibili in S. Ovvero, date le esigenze di S, le cose che l'agente pensa di poter fare sono B_1, ..., B_n.

3) L'agente prende in esame le probabili conseguenze della traduzione in pratica di ognuna delle opzioni $B_1, ..., B_n$; ossia l'agente calcola un insieme di scelte ipotetiche grosso modo della forma «Se B_i si realizza in S, allora, con una certa probabilità, C_i», ove C_i esprime l'effetto previsto traducendo in pratica B_i. Quali scelte ipotetiche siano valutate e quali probabilità siano loro assegnate dipenderà naturalmente da ciò che l'organismo pensa e si aspetta in relazione a situazioni di tipo S.
4) Un ordine di preferenze è attribuito alle conseguenze.
5) La scelta comportamentale dell'organismo è determinata in funzione delle preferenze e probabilità assegnate in 3) e 4).

Si ipotizzi che qualche versione di questa spiegazione sia vera; vi sono in tal caso conseguenze immediate per la visione che viene accettata del carattere della struttura mentale degli organismi. In particolare, questo tipo di spiegazione si può adottare seriamente soltanto se si suppone che l'agente disponga di mezzi per rappresentare le sue opzioni comportamentali, le probabili conseguenze dell'azione in base a quelle opzioni, un ordine di preferenza definito in funzione di quelle conseguenze e, naturalmente, della situazione originaria in cui egli stesso si trova. Accettare questa sorta di teoria equivale, in breve, a presupporre che l'agente abbia accesso a un sistema rappresentazionale di ricchezza assai considerevole. Infatti, secondo la teoria, il decidere è un processo computazionale, una questione di calcolo dell'esito probabile di vari possibili sviluppi d'azione (o «possibili situazioni», per usare la terminologia introdotta in precedenza). Ma, sicuramente, si possono calcolare le conseguenze del perseguimento dello sviluppo di un'azione soltanto se si dispone dei mezzi per rappresentare lo sviluppo dell'azione e le sue conseguenze.

Si dovrebbe porre l'accento sul fatto che questi rilievi sui processi mentali che stanno alla base del processo decisionale presentano corrispettivi in ogni altra area della psicologia della conoscenza, compresi la percezione, l'apprendimento, la risoluzione di problemi, ecc. [per una discussione estesa cfr. Fodor 1975]. Non sorprende perciò che gli psicologi contemporanei tendano a dare per scontata l'accessibilità a processi mentali di ricchi sistemi di rappresentazione concettuale. Il nostro tema è stato che gli elementi del sistema si offrono come candidati naturali per il ruolo di oggetti immediati degli atteggiamenti proposizionali. Costituisce forse un'indicazione di progresso il fatto che i requisiti teorici dei filosofi e degli psicologi empirici sembrano convergere verso la stessa concezione dei processi mentali.

b) Il secondo punto era questo: la strategia dell'attribuire agli atteggiamenti proposizionali valore di relazioni fra organismi ed elementi di un sistema concettuale venne proposta come alternativa alla strategia del considerarle relazioni fra organismi e proposizioni; nutrivamo la speranza di ereditare gli aspetti graditi di quest'ultima trattazione, evitando al contempo le obiezioni che tradizionalmente gli venivano rivolte. Sembra a questo punto sufficientemente chiaro che la prima strategia funzionerà soltanto se sussistono analogie piuttosto robuste fra sistemi concettuali e linguaggi. Ad esempio, un motivo per cui le proposizioni sono *prima facie* candidati plausibili per gli oggetti di atteggiamenti proposizionali quali la credenza è che le proposizioni, al pari delle credenze, hanno un valore di verità accertabile; ovvero, tanto le credenze quanto le proposizioni sono i tipi di cose che possono essere vere oppure false. Analogamente, se l'oggetto di una credenza è una proposizione, è possibile ricostruire la nozione del fatto che la credenza si dà *intorno* a qualcosa: una credenza riguarderà qualsiasi cosa con la quale abbia a che fare la proposizione che costituisce il suo oggetto, ecc. Gli elementi del linguaggio hanno, in breve, molte delle proprietà che si richiedono agli oggetti degli atteggiamenti proposizionali. Quindi, se gli elementi dei sistemi concettuali debbono servire come oggetti di atteggiamenti proposizionali, i sistemi concettuali dovranno essere analoghi ai linguaggi per quanto riguarda queste proprietà.

Ha perciò un certo interesse che tali analogie siano state tradizionalmente poste nelle spiegazioni concettualistiche della psicologia filosofica. Per citare un solo esempio, si consideri una versione molto primitiva della tradizionale spiegazione empiristica della rappresentazione concettuale. Secondo questa spiegazione, i contenuti mentali sono costituiti da idee. Le idee, in questa visione, si identificano con immagini, ovvero con figurazioni mentali. Si può postulare una gamma di relazioni valide fra le idee (ad esempio in alcune teorie empiristiche le idee si possono derivare l'una dall'altra mediante procedimenti di «astrazione», «riflessione», ecc.), ma nel novero delle piú importanti invariabilmente si collocano l'associazione e l'immaginazione, meccanismi tramite i quali le idee si possono associare nella mente.

Il nostro scopo non consiste nell'esaminare l'adeguatezza delle descrizioni empiristiche della rappresentazione concettuale: è sicuro, quanto può esserlo qualsiasi altra affermazione in questo campo, che vi è ben poco da salvare sia della teoria delle idee come immagini sia, quanto a questo, della spiegazione associazionista del pensiero. Ciò che piuttosto interessa è che l'effetto degli assunti empiristici sulla natura della mente fu tale da consentire la postulazione di proprietà dei contesti mentali che assicurano equivalenti piuttosto precisi delle fondamentali caratteristiche semantiche e sintattiche degli elementi linguistici. Ad esempio, l'essenziale dell'interpretazione delle idee come immagini fu di permettere la caratterizzazione di una relazione fra idee e loro oggetti che trova diretto riscontro nel rapporto di referenza che s'instaura fra nomi e loro possessori. In effetti, nella dottrina empiristica, i concetti «si riferiscono» alle cose che in essi rientrano, e ciò perché, in quanto immagini, assomigliano a queste cose. L'effetto della teoria delle idee come immagini fu cosí di dotare il sistema concettuale interno di un gruppo di concetti analoghi a parole, un «vocabolario» simile, nei riferimenti essenziali, al lessico di un linguaggio.

In modo simile, *mutatis mutandis*, l'effetto dei principî dell'immaginazione e dell'associazione fu rispettivamente di corredare il sistema concettuale interno putativo di equivalenti a frasi e proposizioni. Nel primo caso, si suppose che l'immaginazione fosse il meccanismo col quale si costruivano idee complesse da idee elementari: il meccanismo per cui, avendo sperimentato esempi di *oro* e esempi di *montagna*, la mente era in grado di combinare i due e concepire cosí

l'idea (mai attualizzata nell'esperienza) di una montagna d'oro. Si deve notare che questo meccanismo ha un preciso riscontro in quello mediante il quale un insieme finito di parole (in pratica, il vocabolario di un linguaggio) viene concatenato a produrre un'insieme potenzialmente infinito di frasi. Il meccanismo col quale il concetto complesso *montagna d'oro* si rende disponibile come veicolo per pensare a montagne d'oro è l'esatto contraltare del meccanismo col quale la frase «montagna d'oro» è resa utilizzabile come veicolo per riferirsi a montagne d'oro.

L'effetto dell'ideazione e dell'immaginazione risultò quindi quello di fornire equivalenti interni ai predicati e alle espressioni referenti di un linguaggio. L'effetto dell'associazione fu di provvedere corrispettivi interni a proposizioni, ovvero a espressioni verificabili. Secondo la classica opinione empiristica, credere che le rose sono rosse equivale ad associare l'idea di rosso all'idea di rose, ovvero ad avere un certo abito mentale di successione di idee. Che questa interpretazione della credenza fosse erronea è oggi quasi universalmente riconosciuto. Come hanno fatto rilevare gli psicologi di Würzburg (e prima di loro i filosofi razionalisti), una cosa è associare, ad esempio, *cane* e *gatto*, ma ben diverso è pensare che i cani siano gatti. La distinzione fra associazione e (come talvolta viene chiamato) giudizio fu un tema ricorrente nella critica all'empirismo promossa nell'Europa continentale, e il nodo della divergenza è ben conosciuto [cfr. Humphrey 1963]. Ciò, però, che serve qui allo scopo non è chiedersi se sia possibile sostenere la spiegazione della credenza degli empiristi, ma piuttosto osservare che la conseguenza del loro associazionismo fu di perfezionare l'analogia fra le proprietà postulate del sistema concettuale interno e le piú importanti qualità degli oggetti linguistici, ossia rendere disponibile una riserva infinita di elementi che possono venir riscontrati veri o falsi. Se, come sembra accettabile, il minimo che un sistema deve possedere per costituire un linguaggio è dato dall'avere veicoli di verità e referenza, allora, se non altro a questo titolo, i contesti mentali costituirono un linguaggio interno per il punto di vista empiristico della psicologia filosofica.

Si è iniziato il paragrafo avanzando l'idea che il trattamento degli atteggiamenti proposizionali sia un grosso problema per qualsiasi teoria della mente. In particolare, tale teoria deve proporre (e difendere) una spiegazione degli oggetti degli atteggiamenti proposizionali, ovvero deve stabilire a che cosa ci si riferisca con tipiche relazioni mentali quali il volere, lo sperare, il credere, l'intendere, il temere, l'apprendere, l'osservare, ecc. In realtà si è dimostrato che la logica del problema, le esigenze della costruzione teorica nella psicologia della conoscenza e il consenso della tradizione filosofica puntano allo stesso trattamento: l'oggetto immediato di un atteggiamento proposizionale è una rappresentazione interna e le rappresentazioni interne sono, a tutti i riguardi, formule in un linguaggio mentale.

Questa però non è tanto una soluzione al problema degli atteggiamenti proposizionali quanto un semplice schema per una soluzione. Diviene ora un obiettivo della psicologia empirica specificare un disegno canonico per rappresentazioni interne che compia il lavoro che si suppone svolgano i sistemi concettuali. Da un lato, le rappresentazioni interne dovranno fornire campi adatti per le operazioni di calcolo che, ammesso che l'attuale indirizzo della psicologia della conoscenza sia esatto, stanno alla base dei processi mentali basilari; dall'altro, se si deve conservare qualche versione dell'MSC, le rappresentazioni interne dovranno potersi identificare con oggetti fisici (presumibilmente neurali) ed eventi. Se l'una o l'altra di queste condizioni possa essere in realtà soddisfatta, è, allo stato attuale, del tutto sconosciuto. Si può però per lo meno dire questo: se è possibile sostenere una versione della descrizione concettualistica, allora esiste una area della teoria dei processi mentali – cioè l'analisi degli atteggiamenti proposizionali – che apre speranze di trasformazione finale della natura del mentale da mistero assoluto a problema di ricerca affrontabile con le usuali tecniche dell'indagine scientifica.

5. *Contenuto qualitativo.*

Non sarebbe eccessivo affermare che si dovrebbe riconoscere alla quasi totalità della storia della moderna speculazione sui processi mentali il valore di contributo alla teoria degli atteggiamenti proposizionali, e in particolare allo sviluppo di una teoria concettualistica degli atteggiamenti proposizionali. Sfortunatamente, tuttavia, gli atteggiamenti proposizionali non sono le uniche, e nemmeno forse le piú caratteristiche, entità mentali. Una teoria del mentale non potrebbe rivendicare a sé validità se non desse una spiegazione, non soltanto di desideri, speranze e credenze, ma anche di sensazioni ed emozioni. Ora, mentre si può pretendere l'esistenza di qualche progresso in direzione della comprensione della natura degli atteggiamenti proposizionali, la situazione *vis à vis* di ciò che i filosofi definiscono (per mancanza di un termine generale piú adatto) *qualia* è lungi dall'essere incoraggiante.

Tipici stati qualitativi (come, ad esempio, dolori) si diversificano dagli atteggiamenti proposizionali per un numero cosí elevato di aspetti che può sembrare difficile persino il comprendere perché li si dovrebbe entrambi qualificare mentali. Si prenda ad esempio in esame una realtà che è stata posta in rilievo nel paragrafo 4: le attitudini proposizionali hanno contenuto proposizionale. Per dirla in modo leggermente diverso, non è un caso che tipiche descrizioni di atteggiamenti proposizionali contengano proposizioni legate a verbi («La convinzione di John che 'La stella della sera sorge a oriente'») e, come si è visto, un gran numero di teorie sulla mente si è occupato del modo in cui si dovrebbero costruire tali incastri. Viceversa, le tipiche descrizioni di dolori, emozioni e altri stati qualitativi non specificano nulla che si sarebbe inclini a riguardare come loro contenuto proposizionale. Le credenze sembrano essere una specie di relazione fra credenti e contenuto delle loro credenze, ma vi è almeno una forte tentazione di considerare le sensazioni come un genere di oggetto mentale.

Secondariamente, pare sussistere tra *qualia* e *coscienza* un legame intrinseco che, forse, manca nel caso degli atteggiamenti proposizionali. È risaputo che ognuno di noi può avere credenze, desideri, intenzioni, ecc. che non riconosce

neppure con se stesso. Per di piú questo truismo è confermato dalla maggior parte delle teorie psicologiche che sono andate per la maggiore dopo Freud. Queste teorie ammettono una complessa varietà di operazioni della mente essenziali per la percezione, il pensiero, l'apprendimento, ecc., ma affatto inutilizzabili per l'esame critico consapevole del soggetto. E tuttavia vi è qualcosa di chiaramente paradossale nella nozione che si potrebbe essere inconsapevoli delle proprie *sensazioni*. Non avvertire un dolore sembrerebbe equivalente a non averlo. Non accorgersi di un'allucinazione parrebbe identificarsi col non esserne preda. È difficile esprimere questo punto con precisione, ma è altresí difficile negare l'intuizione che, mentre una semplice macchina potrebbe apprendere, percepire o anche credere che le cose stiano cosí e cosí, soltanto i sistemi coscienti potrebbero trovarsi in quegli stati mentali che implicano l'accettazione dei *qualia*. A queste considerazioni si ricollega il fatto che, pur essendovi state molte teorizzazioni e taluni progressi nella simulazione meccanica di atteggiamenti proposizionali, non si è avuta alcuna seria proposta sulle modalità secondo le quali si potrebbe costruire una macchina dotata di sensazioni [per una discussione, cfr. Gundersen 1970].

Il terzo punto sulla differenza tra contenuto qualitativo e contenuto proposizionale è anch'esso difficile da esporre con precisione nonostante la sua notevole plausibilità intuitiva. Approssimativamente, il contenuto proposizionale di uno stato mentale parrebbe essere determinato da una caratterizzazione del ruolo (attuale e potenziale) che tale stato svolge nell'economia mentale globale dell'organismo; ma è nella migliore delle ipotesi incerto che si possa avanzare un'affermazione corrispondente per il contenuto qualitativo di uno stato mentale. Poiché questo tema ha ramificazioni importanti per gli aspetti sia ontologici sia epistemologici del mentale, se ne discuterà ampiamente.

Si è visto che probabilmente non è possibile specificare un atteggiamento proposizionale semplicemente riferendosi alle sue conseguenze comportamentali; se, e in quali modi, la credenza di John che la stella del mattino sorga a Est influenzi il suo comportamento dipende, *inter alia*, dalle altre sue credenze e dai suoi vantaggi. In sintesi, non è possibile supporre legittimamente che due organismi diversi riguardo a certi atteggiamenti proposizionali differiscano necessariamente rispetto al loro comportamento o alle loro disposizioni comportamentali. D'altra parte sembra tuttavia plausibile ipotizzare che le conseguenze di differenze di atteggiamenti proposizionali si manifestino *da qualche parte* nell'economia mentale dell'organismo. Si supponga, ad esempio, che John creda che aprire la finestra raffredderà la stanza e che Bill pensi invece che la riscalderà. Ciò nonostante potrebbe accadere che tanto John quanto Bill cerchino di aprire la finestra se, ad esempio, si distinguono non soltanto per ciò che credono ma anche per i vantaggi cercati: John è disposto ad aprire la finestra perché ha caldo, Bill è disposto ad aprire la finestra perché ha freddo. Quando, in breve, si trovano conseguenze comportamentali convergenti di atteggiamenti proposizionali diversi, sembra ragionevole supporre che altri stati mentali debbano mostrare differenze compensative, per cosí dire, di segno opposto, e che la spiegazione della convergenza comportamentale risieda nell'interazione degli stati mentali.

Ciò che sembra difficile immaginare è però che due atteggiamenti proposizionali differiscano pur avendo tutte le conseguenze in comune. In particolare, sembra difficile figurarsi che le menti di due organismi possano distinguersi per il fatto *e soltanto per il fatto* che l'uno credeva P mentre l'altro credeva Q, a parità di tutti gli altri stati mentali e comportamentali, *comprese tutte le altre credenze*. Infatti, se ci si imbattesse in un caso del genere, si sarebbe fortemente proclivi ad affermare che la credenza di P e quella di Q si *identifichino*. L'individuazione di un atteggiamento proposizionale sembra perciò strettamente legata, e forse identica, alla specificazione della totalità delle sue conseguenze comportamentali e mentali per l'organismo che la possiede. (Questo punto di vista talvolta viene definito *funzionalismo* in relazione all'individuazione di stati mentali [per una discussione, si veda oltre; cfr. anche Block e Fodor 1972]).

Si consideri ora, per contrapposizione, l'individuazione di stati psicologici con contenuto qualitativo. È opinabile che vi siano almeno alcuni di questi stati in grado di distinguere organismi la cui vita mentale sia per ogni altro riguardo identica. L'esempio classico che si suppone dimostri la possibilità di un caso di tal fatta riguarda l'aspetto qualitativo della percezione cromatica. Si è invitati a immaginare la seguente coppia di organismi: l'organismo A ha una visione cromatica «normale», ovvero, ad esempio, non soltanto vede i colori delle foglie simili sotto qualche aspetto al colore dell'erba, ma percepisce anche la somiglianza dei colori delle foglie e dell'erba in modo analogo a noi: le cose verdi appaiono ad A nel modo col quale si manifestano a noi. Si faccia però un confronto con l'organismo B. B rileva uno schema di somiglianze e differenze di colori uguale ad A. Ad esempio, sia B sia A giudicano che foglie ed erba si avvicinino nel colore piú di quanto ognuna delle due sia simile alle carote o alle arance. Ma fra A e B si ha la differenza seguente: le cose verdognole (come l'erba e le foglie) appaiono a B proprio come gli oggetti rossicci (quali i pomodori e le carote) sembrano ad A (e a noi). In altre parole, il carattere qualitativo della sensazione avvertita da B quand'egli vede pomodori e carote è identico al carattere qualitativo della sensazione di A quando questi osserva erba e foglie, a parità di ogni altra cosa sull'economia mentale di A e B.

Alcuni filosofi hanno sentito il bisogno di dimostrare che simili casi di «inversione spettrale» sono praticamente impossibili da un punto di vista logico. Infatti, essi sostengono, se l'inversione spettrale è possibile, allora corrispondentemente è possibile che vi siano fatti sulla vita mentale degli organismi che, in linea di principio, nessuno potrebbe mai scoprire, il che si suppone rappresenti una *reductio ad absurdum*. L'idea è che, da un lato, soltanto l'organismo in grado di sperimentare una sensazione può avere conoscenza *diretta* del suo carattere qualitativo e, dall'altro, non vi è alcun modo *indiretto* di sapere quale organismo abbia quei determinati *qualia* poiché, nell'ipotesi del caso di inversione spettrale, le vite mentali, le disposizioni comportamentali, ecc. degli organismi coinvolti si differenziano soltanto per quanto concerne le caratteristiche qualitative delle rispettive sensazioni. Ma se non possiamo discernere direttamente o indirettamente, presumibilmente non possiamo discernere affatto.

Si potrebbe però accettare la possibilità di mettere insieme un ragionamento

di questo tipo senza essere d'accordo sul fatto che rappresenti una *reductio ad absurdum* dell'ipotesi dell'inversione spettrale. È infatti difficile comprendere perché l'osservazione per cui non si potrebbe dire se una certa proposizione è vera, neppure in linea teorica, dovrebbe diminuire la possibilità che la proposizione sia in realtà vera. I filosofi aderenti a qualche forma del «criterio di verificabilità» del significato hanno invero avanzato simili rivendicazioni, ma l'unanime accordo dei recenti studi sul linguaggio ne dimostra in modo schiacciante l'indifendibilità [cfr. Hempel 1950; Putnam 1962].

Inoltre si possono addurre argomenti positivi per accettare la possibilità teorica dell'inversione dei *qualia*. Si consideri, ad esempio, che nessuno negherebbe la possibilità logica che lo spettro di un soggetto singolo subisca un'inversione a un certo punto durante il corso della sua esistenza, cioè che la differenza postulata fra gli organismi A e B corrisponda a diversità fra stadi temporali nell'evoluzione di un singolo organismo. Il motivo per cui la possibilità di un simile rovesciamento sembra innegabile è che, in questo caso, vi sarebbero conseguenze del mutamento spettrale per altri aspetti della vita mentale dell'organismo. Un organismo che avesse subito un'inversione spettrale ricorderebbe presumibilmente che le carote gli apparivano abitualmente nel modo in cui ora gli si presentano le foglie, ecc. Ma se si ammette la possibilità che lo spettro di un organismo divenga invertito, è difficile capire come si potrebbe negare l'eventualità che lo spettro di un organismo sia invertito *ab origine*. Pare ragionevole ammettere la possibilità logica che qualunque stato mentale acquisibile da un organismo possa essere innato. Ma, naturalmente, accettare che un organismo possa essere nato con uno spettro invertito equivale ad ammettere che coppie di organismi possano diversificarsi esattamente nel modo in cui si è supposto si distinguano gli organismi A e B.

Tuttavia, se si ammette la possibilità dell'inversione dei *qualia*, si eredita una varietà di problemi epistemologici e ontologici alquanto sconcertante. Ad esempio, in precedenza si è notata la ragionevolezza dell'opinione secondo cui gli atteggiamenti proposizionali si potrebbero individuare in rapporto al loro ruolo attuale e potenziale nell'economia mentale dell'organismo; in effetti, in relazione alle loro cause e conseguenze. Ma la possibilità di *qualia* invertiti è precisamente la possibilità che stati mentali qualitativamente distinti si rivelino identici nelle loro cause e conseguenze (è vero, ad esempio, per entrambi gli organismi A e B che esiste una sensazione verificantesi come conseguenza dell'esposizione a una foglia e il cui possesso è causalmente sufficiente per presumere che la foglia sia verde; ma nei due casi si tratta di una sensazione qualitativamente diversa). Se però i contenuti qualitativi non si debbono individuare rispetto al loro ruolo nell'economia mentale in genere, come li si deve caratterizzare? In che cosa si distinguono due stati mentali quando la loro differenza è soltanto qualitativa?

I problemi epistemologici non sono piú agevoli. Si supponga che due organismi possano differire nel contenuto qualitativo dei loro stati mentali, ma non altrimenti. In tal caso, come si è visto, gli organismi sarebbero con ogni probabilità indistinguibili: nulla di ciò che si potrebbe scoprire sugli organismi (o, ovviamente, di ciò che essi potrebbero reciprocamente venire a sapere) servirebbe

minimamente a determinare quale degli organismi sia simile a noi e quale a «spettro invertito». Ma in tal modo si apre una possibilità ancor piú sgradevole: se due organismi potessero distinguersi soltanto nel carattere qualitativo delle loro sensazioni, perché non dovrebbe essere possibile che i due organismi si diversifichino soltanto in quanto l'uno possiede sensazioni del tipo solito, mentre l'altro non ha affatto *qualia*? Si esamini ad esempio il dolore. Sembra a prima vista del tutto possibile l'esistenza di un organismo che eviti esattamente gli stimoli da noi ritenuti dolorosi, che, parlando di questi stimoli, li dichiari dolorosi, e che addirittura creda tali stimoli dolorosi almeno nel senso che, dichiarandone la penosità, è pienamente sincero; ma che tuttavia non senta nulla (sia completamente privo di sensazioni) quando si punge un dito, inciampa o si taglia radendosi. In realtà, questo organismo nutre la credenza-di-avvertire-il-dolore, nelle occasioni adatte, ma questa credenza non si determina nel modo in cui verrebbe provocata in noi, ossia tramite sofferenze.

Ma se simili organismi sono possibili, come si può sapere che non esistono? Di fatto, chi dice che tutti gli organismi (salvo naturalmente noi stessi) non sono come questi? Certamente non è possibile, ad esempio, fare riferimento a qualche aspetto del loro comportamento, poiché, per ipotesi, l'identità comportamentale degli organismi è compatibile con qualsiasi livello di dissomiglianza qualitativa fra le loro vite mentali. Non sorprende molto, alla luce di queste considerazioni, che la speculazione sul carattere qualitativo degli stati mentali abbia portato, abbastanza spesso nella storia della filosofia, a un estremo scetticismo sulla possibilità di conoscere altre menti. (Alcuni filosofi che accettano la possibilità logica dell'inversione dei *qualia*, mantengono non di meno l'incoerenza del caso dei *qualia* assenti [per un'interessante discussione lungo queste direttrici, cfr. Shoemaker 1975]).

Riepilogando: è difficile credere, indipendentemente dalle considerazioni relativamente tecniche che si sono seguite, che non vi sia qualcosa che i ciechi dalla nascita non possano conoscere sul rosso, per quanto siano esaurienti le loro ricerche sulla teoria cromatica; ossia a che cosa assomiglino gli oggetti rossi. *Mutatis mutandis*, è arduo pensare che non esista qualcosa sull'ecolocalizzazione nei pipistrelli precluso per sempre alle indagini dell'etologo, per quante altre informazioni egli possa apprendere sui pipistrelli; ovvero quale impressione diano gli impulsi sonar ai pipistrelli [per una discussione del caso, cfr. Nagel 1974]. In breve, sembrano esservi proprietà qualitative di stati mentali, e pare che l'unico modo per conoscere quali caratteristiche qualitative esibisca un determinato stato sia in pratica avere uno stato mentale con quella tale proprietà. Sotto entrambi gli aspetti i contenuti qualitativi si debbono distinguere dai contenuti proposizionali. In sostanza è possibile condividere le credenze di organismi le cui sensazioni sono presumibilmente alquanto diverse dalle nostre. Se i pipistrelli credono che i loro colleghi siano dotati di orecchie, vi è almeno una credenza che noi e i pipistrelli abbiamo in comune. Inoltre, cosa piú importante, è possibile capire che cosa significherebbe avere una credenza che non si condivide, forse piú di quanto non si possa comprendere quale effetto darebbe avere sensazioni che non si hanno. Suppongo che i pipistrelli credano che le mosche sono buone

da mangiare. Da parte mia, non condivido questa opinione, ma penso di sapere con precisione in quale stato mentale mi troverei in caso affermativo. Al contrario, non mi pare di avere alcuna idea riguardo a ciò cui potrebbe avvicinarsi la percezione dei suoni che odono i pipistrelli nel modo in cui li avvertono.

Esaminate le due proprietà principali che possono caratterizzare gli stati mentali, l'intensionalità e il contenuto qualitativo, resta da vedere quali teorie si potrebbero escogitare in relazione alla natura degli stati che presentano queste proprietà; in particolare, se l'intensionalità e il contenuto qualitativo si possono conciliare con le richieste dell'MSC. Quella che segue è una panoramica di alcune teorie del mentale che hanno influenzato la recente speculazione filosofica o le discussioni sulla metodologia e l'oggetto della psicologia empirica.

6. *Alcune teorie sulla mente.*

Il tradizionale punto di vista occidentale sul mentale equivale alla negazione dell'MSC; secondo questa tesi (che è opportuno definire cartesianismo) le menti sono sostanze, e di genere distinto dalle sostanze fisiche. Le sostanze mentali (come si è fatto notare) sono estese nel tempo ma non nello spazio, le loro proprietà sono epistemologicamente accessibili soltanto alla mente che le possiede (a differenza delle proprietà delle sostanze fisiche, le quali, almeno in linea teorica, sono epistemologicamente accessibili a qualsiasi osservatore posto in posizione opportuna) e le loro interazioni con le altre sostanze, pur essendo causali, non sono determinate secondo leggi precise.

Ma mentre definisce la tradizione speculativa sulla mente, il cartesianismo viene attualmente considerato (almeno da molti teorici anglo-americani) senz'altro indifendibile. La violenza del rifiuto contemporaneo dell'interpretazione cartesiana si può forse in parte spiegare come reazione alle sue implicazioni teologiche. Vi sono però almeno due altri argomenti contro il cartesianismo che, anche se non decisivi, servono quanto meno a stabilire un robusto caso *prima facie*.

In primo luogo c'è un richiamo a una delle versioni del «rasoio di Ockham», ovvero al principio secondo cui i vari tipi di entità non debbono proliferare al di là del necessario. Secondo questo argomento vi sono ragioni inattaccabili per credere nell'esistenza di entità fisiche. In particolare, è necessario spiegare il fatto che, nell'insieme, le nostre teorie fisiche forniscono previsioni attendibili e che, col passare del tempo, la conseguenza dell'indagine scientifica è stata, in generale, un incremento dell'affidabilità. Non è facile spiegare il successo della nostra scienza a meno di supporre che essa sia, piú o meno, vera. Ma, poiché la scienza postula l'esistenza di oggetti fisici, ne deriva che non può essere vera se gli oggetti fisici non esistono. L'appello al «rasoio di Ockham» è lanciato a questo punto. Infatti, mentre sembra certo sulla base delle considerazioni appena fatte che vi siano oggetti fisici, non pare vi siano motivi ugualmente incontestabili per supporre che esistano oggetti mentali di tipo distinto dagli oggetti fisici. In altre parole, pur avendo visto che i fenomeni mentali provocano *prima facie* difficoltà per l'ontologia dell'MSC, non si è certi che queste difficoltà non possano essere affrontate. Escludendo una prova conclusiva a questo riguardo, si dovrebbe credere che l'ontologia dell'MSC sia vera; che i fenomeni mentali si dimostreranno alla fine spiegabili senza il postulato di entità di genere diverso da quelle che presuppongono le scienze fisiche. In effetti, secondo questo argomento, a parità di altre considerazioni, qualsiasi ontologia monistica dovrebbe essere preferita a ogni ontologia dualistica per ragioni di economicità. E il successo della scienza fisica suggerisce che l'unica ontologia monistica sostenibile dovrà essere un'ontologia di oggetti fisici.

Il secondo ragionamento standard contro il cartesianismo è il seguente: ogni spiegazione accettabile del mentale dovrà fornire una teoria difendibile dell'interazione mente-corpo. Ma, si sostiene, nessuna forma di dualismo cartesiano (invero, nessun dualismo di sorta) può soddisfare questa condizione. Tale considerazione è stata cosí largamente ritenuta decisiva a favore di un'ontologia monistica (e fisicalistica), da meritare una discussione piú approfondita.

Per prima cosa, l'esistenza di un'interazione mente-corpo sembrerebbe innegabile. Da un lato, molti dei nostri stati mentali paiono essere le conseguenze di transazioni del nostro corpo con se stesso e con altri oggetti fisici: mettere un dito sul fuoco è di regola sufficiente a determinare l'esistenza di un dolore; essere punti da una zanzara è di norma sufficiente a comportare l'esistenza di un prurito. D'altro lato, molte delle transazioni che il nostro corpo ha con se stesso e con altri oggetti fisici sembrano essere le conseguenze dei nostri stati mentali: di solito, avere l'intenzione di porgere lo sherry è sufficiente a provocare il sollevamento del braccio e quindi il passaggio dello sherry; normalmente, la formulazione di un'espressione quale, ad esempio, «John crede che la stella della sera sorga a Est» è l'effetto di un'intenzione di comunicare l'informazione che John crede che la stella della sera nasca a Est. Si può obiettare che non sarebbe il caso di lasciare dipendere le conclusioni ultime dell'ontologia da considerazioni cosí banali; ma questo vorrebbe dire mancare il bersaglio. È appunto perché sono banali che gli esempi risultano cosí convincenti. Le interazioni mente-corpo non sono oggetti esotici, ma piuttosto la materia prima che costituisce il nostro concetto del mentale.

Per di piú, sembra enormemente plausibile che queste interazioni siano, specificamente, causali. Lo stesso Descartes non ebbe chiaramente mai dubbi in proposito, ed è difficile immaginare quale alternativa si potrebbe seriamente proporre. Infatti, si supponga che la bruciatura di un dito non sia la causa del dolore (o, *mutatis mutandis*, che non sia l'intenzione di passare lo sherry a determinare il sollevamento del braccio). In tal caso dovremo rispondere agli interrogativi seguenti: *a*) qual è la causa del dolore (o del sollevamento del braccio)?; *b*) come si può spiegare la regolare coincidenza tra sofferenze e bruciature (o tra innalzamenti e intendimenti)? Senza dubbio queste domande sono retoriche, ma costituisce un argomento potente a favore della teoria causale dell'interazione il fatto che essa non le provochi. Viceversa, le spiegazioni alternative debbono in qualche modo far loro fronte: in modo caratteristico, da un punto di vista storico, col ricorso alle elaborazioni piú barocche e improbabili. Le varianti delle

interpretazioni non causali hanno così tirato in ballo un'armonia divinamente «prestabilita» fra il mentale e il fisico, un loro rapporto «epifenomenico» per altri versi inesaminato, e perfino, secondo la concezione «occasionalistica», l'intervento continuo di Dio; tutto per spiegare perché tenere il proprio dito sul fuoco abbia una caratteristica conseguenza mentale.

Tuttavia, se soltanto qualche versione dell'interazionismo causale sembra plausibile come spiegazione delle relazioni fra mente e corpo, è parimenti vero che solo certe versioni del monismo fisicalistico paiono avere la probabilità di dimostrarsi compatibili con l'interazionismo causale. A questo proposito le opinioni personali di Descartes appaiono retrospettivamente anomale. Infatti, concepiti la mente e il corpo come generi distinti di sostanze, è difficile giustificare la richiesta di transazioni causali tra loro. Per citare una sola difficoltà, Descartes indicò nella ghiandola pineale il *locus* di tali interazioni. Ma come (a parte le questioni di plausibilità fisiologica) si può accettare la nozione di una mente che si estrinsechi nella ghiandola pineale quando, per ipotesi ontologica, le menti sono prive di localizzazione spaziale? Non sorprende che il meccanismo dell'interazione mente-corpo resti misterioso negli scritti cartesiani, né che le successive versioni del dualismo mente-corpo tendessero a dissociarsi dalla fiducia di Descartes nell'interazionismo.

Inoltre, cosa forse di maggiore importanza, l'unico precedente di cui si dispone per la relazione causale (in contrapposizione alla mera coincidenza) di eventi è il caso in cui essi siano assoggettabili a una legge fisica. In altre parole, per quanto se ne sa, l'unico caso in cui un dato evento E_1 provoca un altro evento E_2 è quello per il quale sia E_1 che E_2 soddisfano descrizioni (D_1, D_2) tali che «Ogni evento x tale che D_1x determini un evento y tale che D_2y» sia una legge fisica. Naturalmente può darsi che nell'interazione mente-corpo sia implicato qualche altro tipo di causalità, ma anche in questo caso entra in gioco l'appello al «rasoio di Ockham»: è noto che esiste una relazione quale la causalità fisica, e non si conoscono relazioni causali di qualsiasi altro genere. Parrebbe di poter supporre razionalmente che l'interazione mente-corpo sia un caso particolare di causalità fisica a meno di prove decisive in contrario.

Per questo tipo di ragioni, la moderna storia della speculazione intorno allo status del mentale è stata quasi per intero un tentativo di elaborare qualche forma di ontologia ed epistemologia compatibile con il monismo fisicalistico (e quindi con qualche versione dell'MSC). A grandi linee, questi approcci si dimostrano sempre varianti del behaviorismo o della teoria dell'identità dello stato centrale. Ognuno di questi generi di fisicalismo verrà analizzato in modo particolareggiato.

7. *Behaviorismo.*

Il behaviorismo è una teoria che si estrinseca in una varietà di forme e gradi di attenuazione, e ha un certo interesse il fatto che le varianti parse piú convincenti ai filosofi della mente non abbiano, globalmente, molto impressionato gli

psicologi militanti e viceversa. Seguendo quella che è oggi la prassi standard, si distinguerà fra behaviorismo logico, cui viene dato il valore di dottrina sul significato dei giudizi che contengono termini mentali, e behaviorismo metodologico, che viene ritenuto una dottrina sulla natura (e, in particolare, sull'*ambito*) della psicologia empirica. Lo sviluppo del behaviorismo logico è associato a nomi di filosofi quali Wittgenstein [1941-49], Ryle [1949] e Malcolm [1962]. L'evoluzione del behaviorismo metodologico è associata a nomi di psicologi quali Watson [1919], Hull [1943] e Skinner [1953].

7.1. Behaviorismo logico.

Ciò che ogni behaviorista desidera è di essere in grado di descrivere il mentale in termini che lo rimandino a un'ontologia non piú ricca di quella necessaria per descrivere gli aspetti (non mentali) del mondo fisico. Una condizione sufficiente (anche se presumibilmente non necessaria) a tale scopo sarebbe soddisfatta se si potesse descrivere il mentale con termini esprimenti soltanto proprietà di comportamento (naturalmente insieme ad un appropriato apparato logico e sintattico. D'ora innanzi s'ignorerà per solito questo ammonimento). Il behaviorismo logico, almeno nella sua forma piú influente, è la dottrina per cui ogni asserzione contenente un termine mentale è letteralmente traducibile mediante alcuni giudizi includenti, al posto del vocabolario mentale, un vocabolario di espressioni comportamentali.

Si è già osservato, discutendo sullo stato degli atteggiamenti proposizionali, che è estremamente improbabile la possibilità di tali traduzioni: in particolare, nella misura in cui l'intensionalità è caratteristica di contesti mentali (e non comportamentali), sembra che non possano esistere enunciati puramente comportamentali equivalenti (o sinonimi) da un punto di vista logico a enunciati intorno alla mente. Anziché insistere su questo punto, però, sarà bene considerare qualche altro aspetto delle vedute dei behavioristi logici. Come al solito, si debbono avanzare considerazioni sia ontologiche sia epistemologiche.

In primo luogo, è abbastanza evidente quali vantaggi epistemologici ne potrebbe forse trarre il behaviorismo logico. A molti filosofi è parso desiderabile essere capaci di dimostrare l'incoerenza concettuale dello scetticismo circa la possibilità di conoscere altre menti; in realtà, molti filosofi hanno pensato che nessuna spiegazione del mentale potesse essere accettabile a meno che divenisse il fondamento per una confutazione dello scetticismo. Ora, qualunque cosa si possa dire contro la credibilità del behaviorismo logico, esso può almeno fornire una simile confutazione. Infatti, se vi sono enunciati comportamentali sinonimi di ogni enunciato mentale, ne deriva che esistono condizioni comportamentali logicamente sufficienti per l'applicazione di ciascun termine mentale: lo scetticismo è falso se ciò che è possibile vedere del comportamento di qualcuno fornisce motivi deduttivamente adeguati per affermazioni relative ai suoi stati mentali. Si supponga, ad esempio, che «John ha mal di testa» significhi alla lettera «John si stringe il capo, accusa dolore, geme forte, ecc.». Sembra allora che, se John si afferra il capo, accusa dolore, si lamenta ad alta voce, ecc., ne derivi necessaria-

mente che John ha mal di testa. Fra la premessa e la conclusione dell'inferenza non vi è spazio per l'incunearsi dello scettico.

Quindi, se il behaviorismo logico è vero nella forma forte che si sta trattando, possono esistere ragioni comportamentali logicamente adeguate per attribuzioni mentali. Ma fra i motivi ironici della posizione del behaviorista si ha che proprio questo fatto può essere impugnato come argomento convincente contro di lui. Infatti, dopo tutto – e lasciando da parte lo scetticismo –, certamente non è difficile immaginare circostanze nelle quali John si stringe, geme e si lamenta, ma non prova dolore; ad esempio circostanze nelle quali John simula un dolore che non avverte (naturalmente è anche possibile il caso opposto: una persona che abbia mal di testa ma non esibisca un «comportamento da mal di testa» perché, ad esempio, si impegna a un'indifferenza stoica verso le proprie sofferenze). In breve, è possibile dimostrare che la risposta allo scetticismo del behaviorista logico è troppo buona per risultare convincente. Negando la coerenza stessa dei dubbi scettici sugli antecedenti mentali di manifestazioni comportamentali, egli esclude anche la possibilità di dubbi pratici, ed è perciò sconcertato dal fatto che possano essere senz'altro legittimi dubbi di quest'ultimo tipo. Può darsi che la nostra teoria del mentale abbia buone probabilità di bloccare lo scetticismo, ma essa dovrebbe anche essere sensibile all'ovvia realtà che le nostre deduzioni dal comportamento di una persona ai suoi stati mentali spesso si dimostrano errate. Se le attribuzioni mentali sono letteralmente assegnate in base a fatti relativi al comportamento manifesto, è difficile vedere perché il comportamento di una persona sovente costituisca un indizio tanto ingannevole sul suo stato mentale.

Si prendano ora in esame i problemi ontologici che pone questa versione del behaviorismo. Il vantaggio ontologico fondamentale del behaviorismo logico sta naturalmente nell'evitare il dualismo; il behaviorismo logico è una forma di monismo fisicalistico. Succede però che questo particolare tipo di fisicalismo porti a difficoltà esattamente nello stesso campo ove di solito le incontrano i dualisti: vale a dire, nella spiegazione dell'interazione mente-corpo.

Si ricordi che il behaviorista logico vuole fornire una traduzione comportamentale per ogni enunciato vero implicante termini mentali. Si ricordi anche che, per l'assunto interazionistico, alcune di queste asserzioni implicheranno l'eziologia mentale di comportamenti manifesti. Si consideri un membro non tendenzioso di questa specie: «John prese un'aspirina perché aveva mal di testa». Si è supposto che «John aveva mal di testa» sia di per sé risolvibile in una proposizione del tipo «John si stringeva il capo, accusava dolore, gemeva forte, ecc.» (per i nostri scopi i particolari della traduzione non importano molto). Applicando allora questa regola di traduzione alla proposizione relativa al motivo per cui John prese l'aspirina, si ottiene: «John prese un'aspirina perché si stringeva il capo, accusava dolore, gemeva forte, ecc.». Ora, quest'ultima proposizione sembra non soltanto non avere lo stesso significato che le dà chi attribuisce il «comportamento da aspirina» di John al suo mal di testa, ma, per di piú, pare essere un tipo di proposizione che si rivelerà di norma falsa nelle occasioni in cui le attribuzioni del comportamento di John al suo mal di testa sono vere. Vi è in effetti una versione breve di questo ragionamento che si dimostra estremamente

persuasiva. Se «John aveva mal di testa» significa «John si stringeva il capo... ecc.», allora «John si stringeva il capo... ecc. *perché* aveva mal di testa» deve significare «John si stringeva il capo... ecc. perché si stringeva il capo... ecc.» Sicuramente però una teoria del mentale con questa conseguenza dev'essere falsa.

Vi sono vari modi in cui un filosofo che si attiene al programma generale del behaviorismo logico potrebbe cercare di far fronte alle difficoltà ontologiche ed epistemologiche che sono state prese in esame. Il piú convincente di essi si fonda su un forte appello a proprietà disposizionali nella specificazione delle «traduzioni» comportamentali di tipiche attribuzioni di stati mentali [il *locus classicus* per questo trattamento è Ryle 1949].

Si è visto, ad esempio, che una seria obiezione all'identificazione del mal di testa di John con l'esibizione di una sindrome di comportamento manifesto sta nel fatto che è largamente possibile che una sindrome di questo genere possa essere mostrata da John durante una simulazione di emicrania. In altri termini, per ogni comportamento che qualcuno potrebbe preoccuparsi di specificare, sembra del tutto plausibile che esistano due persone che presentino entrambe lo stesso comportamento, ma delle quali soltanto una abbia mal di testa. Pare derivarne immediatamente che, in contrapposizione al behaviorismo logico, non vi sia alcuna forma di comportamento tale che la sua esibizione sia logicamente sufficiente per avere mal di testa; le stesse cose, *mutatis mutandis*, valgono per gli altri stati mentali.

Si supponga però che, nello specificare i comportamenti logicamente collegati a un'attribuzione di stato mentale, sia concesso di appellarsi ad aspetti disposizionali del comportamento; specificamente, che sia consentito alle traduzioni di contenere affermazioni ipotetiche i cui antecedenti siano contrari al fatto. Diventa in tal caso meno chiara la possibilità di costruire i tipi di esempi opposti al behaviorismo logico che sono stati appena presi in esame. Infatti, anche se l'uomo in preda al mal di testa e quello che finge semplicemente di averlo possono presentare esattamente gli stessi comportamenti manifesti, tuttavia le loro disposizioni comportamentali saranno presumibilmente diverse in modo sistematico. Di conseguenza può darsi che essi si somiglino in quanto entrambi pronunziano espressioni del tipo «Io ho mal di testa». Anche cosí si differenzieranno almeno sotto questo profilo: uno dei due sarebbe disposto a negare di avere mal di testa se fosse disposto a parlare con sincerità.

Il lettore può essere colpito dal fatto che, almeno da un punto di vista epistemologico, ben poco si ottenga sostituendo i fenomeni mentali cartesiani con i fenomeni comportamentali disposizionali. Poiché né il mentale né il disposizionale sollevano in realtà controversie in tutto quanto è osservabile dall'«esterno», lo scetticismo che si prova riguardo alla deduzione dai comportamenti manifesti delle loro cause mentali con ogni probabilità originerà uno scetticismo parallelo sull'inferenza dai comportamenti manifesti delle disposizioni che questi evidenziano. Ma il behaviorista può resistere all'impatto dell'*obscurandum per obscurans* almeno in questa misura: egli può argomentare che simili ricorsi alle disposizioni hanno un ruolo legittimo nelle spiegazioni offerte da scienze diverse dalla psicologia. I magneti, dopo tutto, sono oggetti dotati di disposizione ad at-

trarre il ferro; ovvero essi lo attraggono quando il ferro è abbastanza vicino, quando tra il ferro e il magnete non si frappone nulla di solido, ecc. Poiché 'magnete' è un termine disposizionale, qualcosa può essere un magnete anche se, a un dato momento, non attrae ferro; e qualche magnete collocato in posizione particolarmente sfortunata può non manifestare mai il suo magnetismo attraendo del ferro. Se, ragiona il behaviorista logico, nozioni quali «disposto ad attrarre ferro» sono accettabili in fisica, perché un concetto del tipo «disposto ad esprimere "i miei mal di testa"» non dovrebbe svolgere un ruolo in psicologia?

Vale la pena esaminare quale guadagno si è ottenuto passando dalla forma forte di behaviorismo logico sopra considerata all'attuale versione relativamente attenuata. Dal punto di vista epistemologico, si è abbandonata la probabilità di trovare motivi comportamentali logicamente conclusivi per le attribuzioni mentali. La deduzione di disposizioni dalle loro manifestazioni esterne è tipicamente non dimostrativa, ossia logicamente fallibile. Dal punto di vista ontologico, si è accettato che le caratteristiche disposizionali degli oggetti rivestano un ruolo giustificato nella spiegazione psicologica. Come è stato osservato, se questo procedimento implica l'affidamento a un'ontologia non anticipata dalle forme piú grezze di MSC, si tratta per lo meno di un affidamento con precedenti in altre aree della scienza. È allora tutto sommato plausibile accettare qualche forma di behaviorismo logico della varietà disposizionale?

Si è sostenuto fin dall'inizio che una pietra di paragone per una descrizione adeguata del mentale è la capacità di fornire una spiegazione all'interazione mente-corpo, e sembra chiaro che anche le piú sofisticate varietà di behaviorismo logico falliscono a questo riguardo. Si supponga che la relazione fra uno stato mentale e le sue manifestazioni comportamentali sia un caso particolare della relazione fra una disposizione e le sue manifestazioni osservabili. Ne consegue che vi è un certo senso per cui si potrebbe affermare che gli stati mentali sono cause di comportamento; dire che John prese l'aspirina poiché aveva mal di testa sarebbe analogo ad affermare che il vetro si ruppe in quanto era fragile. Analogamente, *mutatis mutandis*, affermare che la bruciatura provocò il dolore nel dito di John coinciderebbe col sostenere che l'essiccamento di una spugna la fece diventare assorbente. In entrambi gli ultimi casi ci si troverebbe di fronte a esempi di una disposizione determinata dall'uno o dall'altro evento.

Tuttavia vi saranno giudizi causali riguardanti stati mentali che non si potranno tradurre in enunciati relativi a disposizioni comportamentali, e questa difficoltà relativamente tecnica è, come si vedrà, sintomatica di profonde inadeguatezze nelle implicazioni ontologiche della versione disposizionale del behaviorismo logico. In particolare, l'attuale teoria non lascia alcuna possibilità di tradurre enunciati riguardanti le cause mentali di disposizioni comportamentali. Ad esempio, proprio come spesso succede che i mal di testa di John sono causalmente responsabili di alcuni comportamenti manifesti quali lo stringersi il capo e il lamentarsi, cosí è altrettanto spesso vero che i mal di testa di John sono le cause della sua disposizione a manifestare comportamenti da mal di testa (indipendentemente dal fatto che egli li estrinsechi in realtà). Ma il behaviorista logico non ha alcun modo per riconoscere una verità di questo genere. In particolare,

se «John ha mal di testa» significa, ad esempio, «John è disposto, nelle stesse condizioni, a esibire un comportamento da mal di testa», allora «Il mal di testa di John fu la causa che egli fosse disposto, nelle stesse condizioni, a mostrare un comportamento da mal di testa» deve approssimativamente significare «La disposizione di John, nelle stesse condizioni, a manifestare un comportamento da mal di testa fu la causa che egli fosse disposto, nelle stesse condizioni, a esibire un comportamento da mal di testa». L'ultima analisi è però una *reductio ad absurdum* della prima; o si deve rinunziare all'analisi disposizionale dei mal di testa, o all'assunto che i mal di testa spesso causano disposizioni a un comportamento da mal di testa.

Qual è l'errore della spiegazione del mentale del behaviorismo logico? Ammesso che i presupposti di solito accettati sulla interazione mente-corpo siano veri, parrebbe che essi richiedano che la causa mentale di una forma di comportamento debba essere un evento ontologicamente distinto e indipendente dal comportamento di cui è causa. Qualsiasi spiegazione piú debole (ad esempio ogni spiegazione sulla base della quale gli enunciati relativi ai comportamenti siano per definizione rapportati a enunciati sulle loro cause mentali, o che renda gli stati mentali semplici disposizioni per realizzare forme specificabili di comportamento manifesto) fornisce un'interpretazione del mentale che, da un punto di vista ontologico, non è sufficientemente robusta da sostenere verità plausibili sugli effetti comportamentali della mente. In breve, entrambe le varietà di behaviorismo logico che si sono esaminate sostengono che il mentale è, in un senso o in un altro, una «costruzione logica» al di fuori del comportamentale. Al centro di ogni visione di tal fatta sta la negazione dell'indipendenza ontologica degli eventi mentali e comportamentali. Ma è proprio l'ipotesi per cui mal di testa e comportamenti da mal di testa (ad esempio) sono stati distinti, che richiede di dare un senso adeguato alla nozione secondo cui i mal di testa e i comportamenti da mal di testa sono correlati come causa ed effetto. È su questo scoglio che è affondato il programma del behaviorismo logico. (È interessante notare che, da un punto di vista storico, un certo numero di filosofi favorevoli all'analisi comportamentale dei termini mentali presentarono la conseguente connessione logica fra il mentale e il comportamentale come argomento contro la possibilità che ragioni, desideri, moventi e altri analoghi stati psicologici potessero essere cause di azioni; Melden [1961] offre una ben nota esposizione di questo ragionamento. In retrospettiva, sembra che il punto sia essenzialmente corretto, ma che debba essere considerato come *reductio ad absurdum* dell'interpretazione behaviorista degli stati mentali, e non come argomento contro la causazione mentale).

7.2. Behaviorismo metodologico.

Molte delle difficoltà del behaviorismo logico sono attribuibili a un eccesso di ambizione. Infatti, il behaviorista logico non soltanto si impegna a evitare la reificazione del mentale, ma anche a farlo in un modo che conservi tutte le verità (quelle che vengono credute tali) di senso comune sulla mente. Una maniera di esporre la pretesa del behaviorista logico secondo cui gli enunciati mentali sono

traducibili mediante enunciati comportamentali è che il potere espressivo del nostro linguaggio rimarrebbe inalterato se si dovesse rinunziare all'uso di termini mentali. *Prima facie*, non si tratta di un'opinione plausibile: ci si potrebbe ragionevolmente chiedere perché il vocabolario mentale, vista la sua spendibilità, sembri svolgere un ruolo tanto sregolato nel nostro discorso.

Il behaviorismo metodologico, per contrasto, non ha la pretesa di fornire una spiegazione delle vedute di senso comune su argomenti quali (ad esempio) la causazione mente-corpo; piuttosto, cerca di delineare i vincoli della costruzione della teoria psicologica coerenti con le presupposte limitazioni operazionaliste/verificazioniste del metodo scientifico in genere. Non si richiede quindi che sia possibile, entro tali vincoli, dire qualunque cosa il linguaggio ordinario consente di esprimere sul mentale, ma soltanto che si possa dire tutto ciò che di *vero* vi è da esprimere sul mentale.

Si supponga, seguendo le direttive di una tradizione influente nella filosofia della scienza, che in una rigorosa presentazione di una teoria scientifica possano comparire soltanto termini osservativi (e, al solito, il necessario apparato logico e sintattico). L'applicazione di questo principio alla fisica (ad esempio) richiederebbe l'eliminazione di tutti gli enunciati inerenti (e quindi che ne presuppongono l'esistenza) a campi, particelle, forze e simili, a favore dei corrispondenti enunciati osservativi, ovvero a favore di quegli enunciati osservativi che costituiscono l'evidenza empirica per la cui spiegazione furono introdotte le entità teoriche. (Cosí, il riferimento alle tracce sulle lastre fotografiche deve sostituire quello alle particelle che, in una visione realistica della fisica, sono ritenute causa delle tracce sulle lastre fotografiche. Non dissimile, *mutatis mutandis*, la situazione per le altre entità teoriche che presuppone la fisica). Non è necessario, e di norma non si sosterrebbe sulla base di questo punto di vista, che gli enunciati osservativi forniscano in qualche modo i significati (o le traduzioni) degli enunciati teorici cui si sostituiscono. Al contrario, l'operazionalista può considerare l'apparato teorico di una scienza niente di piú di un'elaborazione ingenua dei nudi fatti riportati dagli enunciati osservativi, e quindi un apparato eliminabile non soltanto per motivi di economicità, ma anche in nome della verità.

Applicata alla psicologia, questa opinione richiede l'eliminazione dei riferimenti a processi mentali in favore di spiegazioni articolate semplicemente in termini osservativi, ambientali e comportamentali. Si noti che questa posizione è completamente diversa da quella del behaviorista logico. Nella presente interpretazione non vi è l'obbligo nemmeno di ricostruire spiegazioni mentalistiche cosí evidentemente mancanti di tendenziosità come quella che attribuisce il prendere l'aspirina da parte di John al suo mal di testa. Può darsi che una psicologia adeguata non debba contenere enunciati che «traducano» eziologie di questo genere.

D'altra parte, *qualcosa* deve causalmente spiegare il fatto che John prenda l'aspirina; se il mal di testa viene escluso in base a considerazioni aprioristiche, sarà necessario trovare un altro candidato. La proposta prototipo che avanzano i behavioristi metodologici è che le generalizzazioni da considerare in psicologia specificano i modi nei quali il comportamento è contingente (non riguardo alle

sue cause mentali, ma) rispetto alla situazione degli stimoli attuali e precedenti dell'organismo. Cosí, a titolo di esempio irrimediabilmente troppo semplificato, ove si sarebbe potuti essere tentati di attribuire la bevuta di John (e/o la sua disposizione a bere) alla sua sete, dando a quest'ultima il valore di stato mentale *par excellence*, il behaviorista metodologico sarà disposto ad ascriverla al fatto (pubblicamente osservabile, e quindi scientificamente stimabile) che John è «carente di liquidi» (ossia non ha avuto nulla da bere per un certo numero opportunamente elevato di ore). Si farà quindi appello a una regolarità comportamentale del tipo «Gli organismi convenientemente carenti di liquidi tendono a mostrare un comportamento di dissetamento», e il comportamento di dissetamento di John verrà spiegato facendolo rientrare sotto questa generalizzazione. Se il buon senso oltraggiato protestasse che questa spiegazione tralascia un anello nella catena causale (ovvero il fatto che la deficienza di liquidi conduce al bere soltanto nella misura in cui e in virtú del fatto che provoca sete), il behaviorista metodologico replicherebbe che tale «ipotesi» complica l'ontologia della sua teoria senza accrescerne affatto la capacità di spiegare i dati (supponendo che i dati includano eventi pubblicamente osservabili tali da costituire la correlazione fra carenza di liquidi e bere, ma escludano «dati introspettivi» come le sensazioni di sete). Ma se l'ipotesi degli stati mentali non aumenta il potere esplicativo delle teorie psicologiche, perché la si dovrebbe fare?

Come l'attuale discussione può già avere suggerito, vi sono tre ordini piuttosto diversi di motivi che potrebbero essere proposti per accettare i vincoli alle spiegazioni psicologiche che i behavioristi metodologici cercano di imporre. Fa parte della frustrazione dello studio della letteratura prodotta dal behaviorismo metodologico il fatto che queste tre considerazioni tendano a frammischiarsi indiscriminatamente. Si può quindi appoggiare il behaviorismo metodologico sia *a*) perché lo si ritiene l'unica alternativa fisicalistica al dualismo cartesiano, e quindi l'unico modo per sviluppare una psicologia compatibile con le esigenze dell'MSC; sia *b*) perché si approva l'una o l'altra versione della posizione verificazionista in filosofia della scienza e si giudica il behaviorismo come conseguenza necessaria dell'applicazione di quella tradizione alla psicologia; sia ancora *c*) per motivi di semplicità, ad esempio per il fatto che l'ipotesi della causazione mentale non aumenterebbe il potere predittivo già disponibile delle teorie psicologiche articolate semplicemente in termini di variabili di stimolo e risposta.

Sembra però abbastanza chiaro che nessuna di queste considerazioni costituisce un caso che renda convincente il punto di vista del behaviorismo metodologico. Cosí, contrariamente ad *a*), è semplicemente falso che il behaviorismo (metodologico o logico) sia l'unica alternativa fisicalistica al dualismo. Questo è un punto che provocò enorme confusione nella letteratura metodologica sulla psicologia e che al contempo molti psicologi evidentemente non riescono a comprendere appieno.

Il dualismo cartesiano è la fusione di due dottrine: l'esistenza di cause mentali di comportamento e l'implicazione di una sostanza immateriale in detta causazione. Queste dottrine sono indipendenti ed è la seconda, non la prima, a rendere dualistico il cartesianismo. Oppure, per esporre lo stesso punto in un altro

modo, si dice che qualsiasi teoria che postuli cause mentali per il comportamento è, *ipso facto*, *mentalistica*. Ne deriva quindi che 1) il mentalismo è incompatibile con il behaviorismo, poiché, come si è visto, il behaviorista metodologico non consente alcuna allusione a cause mentali, e anche le versioni attenuate del behaviorismo logico permettono la causazione mentale soltanto nel senso piú pickwickiano; tuttavia, 2) il mentalismo è ontologicamente neutrale, in particolare, è compatibile sia con un'ontologia dualistica sia con un monismo fisicalistico. La morale è che, contrariamente alla prassi di molti behavioristi in psicologia, è inutile tentare di dimostrare che il behaviorismo dev'essere vero a motivo della falsità del dualismo cartesiano: tale deduzione è un franco *non sequitur*. Quando si arriverà alla discussione della «teoria dell'identità dello stato centrale» (cfr. § 8), si vedrà come sia possibile sviluppare una versione del monismo fisicalistico che sia nondimeno mentalistica; ovvero un monismo fisicalistico che riconosca la causazione mentale in un senso molto forte di tale concetto [per una discussione generale della distinzione fra dualismo e mentalismo e delle confusioni causate in passato dall'ignorarla, cfr. Katz 1964; Fodor 1968].

Per quanto riguarda l'argomento *b*), parrebbe corretta l'osservazione che il behaviorismo è la conseguenza naturale dell'applicazione delle vedute operazionistiche della filosofia della scienza all'analisi delle teorie in psicologia. Ciò costituisce però un motivo per appoggiare il behaviorismo soltanto se vi è una ragione indipendente per accettare le spiegazioni operazionistiche delle altre scienze (non è un caso che l'acme del behaviorismo nella psicologia americana – grosso modo fra il 1940 e il 1955 – coincise col periodo in cui l'operazionismo era la scuola dominante della filosofia americana della scienza). Non è possibile, nell'ambito di questo articolo, spiegare particolareggiatamente perché l'operazionismo sia stato cosí universalmente abbandonato negli ultimi uno o due decenni di discussione in merito alla metodologia delle scienze fisiche. Sarà sufficiente sottolineare la persuasività di un ragionamento in cui ci si è già imbattuti: non si vuole soltanto una scienza che funzioni (ad esempio che sia adeguata da un punto di vista predittivo), ma che funzioni per motivi comprensibili. Si supponga di non essere veramente in grado di accrescere il potere predittivo di una scienza sposando l'ontologia implicita nel suo apparato teorico; tuttavia, è possibile riuscire ad aumentarne il potere esplicativo. In particolare, adottando un punto di vista realistico dell'ontologia della teoria, si fornisce una spiegazione dei successi predittivi della teoria lungo le direttive seguenti: il motivo per cui le teorie che postulano gli elettroni (ad esempio) hanno un successo molto migliore con i dati osservativi delle teorie che ne fanno a meno è che, come dato di fatto, gli elettroni esistono e si comportano piú o meno nei modi postulati dalle teorie meglio confermate. Le stesse cose, *mutatis mutandis*, valgono per l'apparato teorico di stati mentali, eventi ed entità di cui si servono alcune sofisticate teorie psicologiche. Va da sé che questo ragionamento dipende in gran parte dalla distinzione fra l'adeguatezza predittiva di una teoria e il suo potere esplicativo; ancora una volta non è un caso che i behavioristi metodologici tendano a insistere sull'identificazione dei due [cfr., ad esempio, Skinner 1953].

Infine, l'argomento *c*) può essere interpretato in uno di questi due modi: lo si può portare sul terreno delle vedute generali riguardanti l'eliminabilità dei termini teorici da qualunque scienza (nel qual caso, cfr. il § 7.2), o lo si può produrre come rivendicazione semistorica del modo in cui una fortunata costruzione teorica si è realmente sviluppata in psicologia. Quest'ultima interpretazione fornirebbe un'argomentazione poderosa a favore dell'eliminazione del mentale, se soltanto teorie psicologiche di successo fossero state in grado, sia pure in generale, di fare a meno del postulato mentalistico. Tuttavia in realtà si è verificato l'opposto: le teorie psicologiche elaborate in modo da onorare i vincoli imposti dal behaviorismo metodologico non hanno, ad esempio, avuto per nulla successo nel rendere conto dei fenomeni delle «attività cognitive piú elevate», ovvero di quelle forme di comportamento tradizionalmente ritenute le piú caratteristiche conseguenze dell'attività mentale, inclusi l'integrazione percettiva, la risoluzione di problemi, l'uso e l'acquisizione del linguaggio, la creatività e, in generale, praticamente tutti gli aspetti piú interessanti del comportamento, salvo forse la formazione delle abitudini. Questa affermazione è senza dubbio tendenziosa, ma raccoglie un consenso sempre piú vasto tra gli psicologi militanti. Sarebbe almeno altrettanto tendenzioso, a essere moderati, sostenere il behaviorismo metodologico sulla base di un'induzione ricavata dai passati successi del programma behaviorista.

In breve, ciò che attrae nella presente analisi del punto di vista del behaviorismo metodologico è che essa intende il behaviorismo, in effetti, come un'ipotesi empirica (quindi controllabile). Si sostiene, in questa interpretazione, che la migliore generalizzazione sulle cause del comportamento, coerente con ciò che è stato sinora scoperto in psicologia, è che queste non includono cause mentali. Per controllare l'ipotesi bisogna semplicemente considerare lo stato attuale della psicologia, chiedendosi se le teorie psicologiche che sembrano da prendere seriamente in esame, eliminano davvero in generale i richiami a cause mentali. In caso affermativo, vi è ragione di credere che il behaviorismo metodologico sia vero; altrimenti, vi è motivo di ritenere che il behaviorismo metodologico sia falso. Sicuramente però l'ultima è la conclusione giusta. Ovunque si indaghi nella psicologia contemporanea, si ritrovano teorie che si affidano in modo elaborato all'esistenza di complesse cause mentali di comportamento; secondo queste teorie, il comportamento che l'organismo esibisce è il risultato delle interazioni fra le sue credenze, interessi, motivazioni, intenzioni, e le capacità di elaborazione delle informazioni. Accettare il programma del behaviorismo metodologico corrisponde in realtà ad abbandonare tutte queste teorie, e a farlo senza alcuna idea chiara del come le si debba rimpiazzare. È difficile vedere per quale motivo si potrebbe ritenere tale adesione un modo razionale di procedere.

Introducendo il dibattito sulle varie forme di behaviorismo, si è detto che essa pare essere una delle due alternative fisicalistiche al dualismo cartesiano al momento concepibili, e quindi una delle due opzioni a disposizione del teorico che richieda un'interpretazione del mentale compatibile con l'MSC. Sembra tuttavia sempre piú evidente che nessuna forma di behaviorismo è sulla via di dimostrarsi difendibile. Né è difficile, retrospettivamente, scorgerne il motivo: al

nocciolo di tutte le versioni del programma behaviorista sta il tentativo di negare, o almeno di attenuare, il ruolo degli eventi mentali nella causalità del comportamento. Ma la presente discussione ha avuto come morale ripetuta il fatto che l'appello a tale causalità è un fatto centrale sia per la psicologia spicciola delle quotidiane spiegazioni comportamentali, sia per le teorie che la psicologia scientifica oggi alimenta. Se, in breve, si sta sviluppando una teoria della mente compatibile con l'MSC, è manifesto che essa dovrà essere una qualche forma di mentalismo fisicalistico. Buona parte della recente speculazione sul problema mente-corpo è stata dedicata precisamente alla questione della costruzione di una possibile versione di una teoria di tal fatta.

8. *La «teoria dell'identità dello stato centrale».*

Molte ipotesi scientifiche assumono la forma di enunciati d'identità, e molti progressi scientifici sono consistiti in dimostrazioni che tali enunciati sono veri. Esempi classici comprendono l'identificazione dell'acqua con H_2O, l'identificazione del calore con l'energia cinetica molecolare media e l'identificazione dei nuclei atomici con le distribuzioni di particelle subatomiche. Talvolta, come suggeriscono esempi simili al terzo, queste identificazioni pongono in relazione «entità teoriche» postulate a un certo punto nello sviluppo di una scienza. Ma altrettanto spesso si trovano esempi simili ai primi due, nei quali un termine dell'identificazione è tratto dal senso comune prescientifico. La forza di tali identificazioni è sovente tale da indicare ciò che realmente sono gli oggetti della conoscenza prescientifica.

Riflettendo su queste identificazioni è importante osservare che esse possono essere tanto sorprendenti quanto informative. Si può sapere perfettamente bene che cos'è l'acqua senza, in questo senso, conoscerne la natura scientifica. In particolare, si può sapere qual è il significato della parola 'acqua', senza avere alcuna cognizione sulla composizione chimica dell'acqua. Non soltanto le leggi di natura, ma anche le identità in natura possono rappresentare quindi oggetti legittimi dell'indagine scientifica; prima di tale esame, sarebbe sbagliato fare grande affidamento sulle supposizioni di senso comune in merito a entrambe.

Non si potrebbe allora scoprire alla luce della ricerca scientifica che gli stati mentali si identificano veramente con determinati stati fisici, cosí come si è scoperto, grazie alla ricerca scientifica, che l'acqua si identifica veramente con un certo composto chimico? In particolare, non potrebbe saltar fuori che gli stati mentali coincidono con stati neurologici del sistema nervoso centrale? La «tesi dell'identità dello stato centrale», attualmente la piú popolare versione del monismo fisicalistico, è la rivendicazione della validità, come dato di fatto, di questa identificazione.

La prima cosa da sottolineare in relazione a questa proposta è che non si tratta, a rigor di termini, di una tesi difendibile su terreno aprioristico, e quindi, in senso stretto, di una tesi filosofica. Infatti, essa implica una pretesa – in realtà, una predizione empirica – sulla veste futura della ricerca scientifica, e quella predizione potrebbe, in linea di principio, rivelarsi falsa alla luce dei dati. Si supponga, ad esempio, che la ricerca parapsicologica dovesse fornire una prova irrefutabile dell'esistenza di fenomeni mentali incorporei. In questo caso verrebbe smentita la teoria dell'identità dello stato centrale, in quanto avremmo motivo di credere che almeno alcuni fenomeni mentali non siano neurologici. Coloro che aderiscono alla teoria dell'identità dello stato centrale (d'ora innanzi TISC) ipotizzano che le probabilità di una futura testimonianza di questo genere siano scarse.

Ad ogni modo, il meglio che si può sperare di procurare con un argomento a priori è una dimostrazione che il TISC potrebbe essere vero, che la sua verità è una possibile scoperta scientifica. Sarebbe interessante ottenere un simile risultato in quanto *a*) i dati empirici quali sono al presente disponibili parrebbero compatibili con il TISC; allo stato attuale delle cose, non c'è ragione di pensare che i fenomeni mentali si verifichino mai salvo nel contesto dell'attività neurale; *b*) molti filosofi e psicologi hanno sostenuto la dimostrabilità a priori della falsità del TISC, escludendo in tal modo almeno una forma di monismo fisicalistico; infine *c*), se il TISC dovesse, dopo tutto, essere giudicato intimamente coerente, potrebbe fornire una soluzione ai problemi ontologici ed epistemologici che hanno afflitto le visioni alternative del mentale. Qualunque altra cosa si debba dire riguardo al TISC, esso provvede un'interpretazione plausibile della causalità mentale e della conoscenza di altre menti – due argomenti che, come si è visto, sono parsi intrattabili da altri punti di vista. Quello che segue è un commento relativamente dettagliato sui punti *b*) e *c*), presi in ordine invertito.

In primo luogo, se i fenomeni mentali sono effettivamente fenomeni del sistema nervoso centrale, il problema dell'interazione mente-corpo svanisce ampiamente. La causalità mentale del comportamento, ad esempio, si rivela semplicemente un caso particolare della relazione causale valida tra eventi fisici. Senza dubbio esiste un classico problema filosofico riguardo al modo in cui dovrebbe essere spiegata la causalità fisica; il punto che interessa è però che, se il TISC è vero, l'interpretazione della causalità mentale non aggiunge ulteriori complicazioni alla questione.

Tuttavia, ciò non significa che non si paghino penalità ontologiche accettando il TISC. Se la causalità mentale del comportamento è un caso speciale di causalità fisica, presumibilmente è determinata in base a una legge fisica. Non vi sono modi convincenti per riconciliare la visione non deterministica del TISC con quella deterministica della macrofisica. Talvolta si avanza l'ipotesi (per contro) che il sistema nervoso centrale sia forse un amplificatore di effetti meccanici quantistici, quindi non completamente deterministico. Anche se ciò fosse vero, è però difficile vedere come potrebbe servire. Se è discutibile pretendere che il comportamento sia determinato dalle sue cause, certamente lo è altrettanto asserire che il comportamento sia determinato dalle sue cause tranne i casi in cui risulta casuale.

Prese a sé, tuttavia, queste considerazioni non implicano che non vi sia un modo per riconciliare il TISC con l'esistenza della responsabilità morale, o anche che il TISC sia incompatibile con la libertà morale. Per ricavare quelle conseguen-

ze è necessaria l'ulteriore premessa dell'incompatibilità tra determinismo e responsabilità (o libertà) morale. Contrariamente a quanto si potrebbe supporre a prima vista, tale premessa è difficile da stabilire; in realtà è piuttosto probabile che non sia vera. Approfondire questo punto porterebbe troppo lontano dall'argomento principale della natura del mentale. È sufficiente notare che vi è nella teoria etica una tradizione secondo cui l'antitesi della libertà morale è (non la determinazione causale, ma) la costrizione. Se questa tradizione è corretta, è possibile che le implicazioni normative del TISC (o, quanto a questo, qualunque altra versione del monismo fisicalistico) siano state assai esagerate da filosofi di tendenza antimaterialistica.

Come ha accettabili conseguenze ontologiche di fronte al problema dell'interazione mente-corpo, il TISC fornisce anche un'epistemologia plausibile rispetto al problema della conoscenza di altre menti. Vi sono tre cose che una teoria dovrebbe fare in questo campo. Per prima cosa, dovrebbe evidenziare come sia possibile la conoscenza di altre menti; perché, contrariamente allo scetticismo, si ha almeno talvolta il diritto di accampare pretese sulla conoscenza relativa agli stati mentali di altre persone. In secondo luogo, dovrebbe chiarire quale ruolo svolga la nostra conoscenza del comportamento della gente nella fondazione delle nostre attribuzioni mentali, poiché sembra evidente a sufficienza che vi debba essere un qualche senso secondo cui l'evidenza per le attribuzioni mentali è caratteristicamente comportamentale. In terzo luogo, dovrebbe spiegare perché le argomentazioni che muovono dalla testimonianza comportamentale alle attribuzioni mentali sono non-dimostrative nei casi paradigmatici; in particolare, perché queste argomentazioni sono non-dimostrative anche quando sono giustificate.

Dibattendo il behaviorismo logico, si è visto che l'espediente consiste nel soddisfare i primi due desiderata senza pregiudicare il terzo; il behaviorista logico, avendo ipotizzato che certe attribuzioni mentali sono imposte dalle attribuzioni comportamentali, trovava difficoltà a rendere comprensibili fenomeni quali la simulazione. Il TISC, invece, può fronteggiare tutte e tre le condizioni. Secondo il TISC, tipiche attribuzioni di stati mentali hanno la forma (implicita) di argomentazioni che muovono dagli effetti comportamentali osservati alle loro presunte cause mentali. Il TISC sostiene letteralmente che John prende l'aspirina a causa del mal di testa e beve in conseguenza della sete. In tal modo soddisfa manifestamente la seconda condizione e ottempera anche alla prima, a meno che lo scettico possa proporre motivi di ordine generale per sostenere che le deduzioni dagli effetti alle loro cause sono intrinsecamente deboli. Il meno che si possa dire è che, poiché tali argomentazioni hanno un ruolo importante nella normale inferenza scientifica, sarebbero necessari motivi davvero molto seri per escluderli. Per quanto concerne la terza condizione, anch'essa è appagata dal presente modello d'analisi; infatti, benché spesso giustificati, i processi logici da effetti a cause sono sempre non-dimostrativi. Non si può, ad esempio, trarre una contraddizione dall'ipotesi che la testimonianza fossile sia ingannevole riguardo all'esistenza dei dinosauri o che il *red shift* possa trarre in inganno sull'accelerazione delle stelle. Tutte queste argomentazioni da effetti a cause sono specie di quelle che gli epistemologi talvolta definiscono «inferenze per la migliore spiegazione»; di solito le si accetta, considerando che sembrano rendere conto delle evidenze conosciute meglio di qualsiasi ipotesi alternativa in proposito. Al pari di altre forme di inferenza empirica, la negazione delle loro conclusioni è però invariabilmente compatibile con l'asserzione delle loro premesse. Allo stesso modo, *mutatis mutandis*, non si può derivare una contraddizione dall'affermazione che nessun mal di testa spinse John a prendere l'aspirina; dopo tutto, egli può avere simulato, oppure semplicemente può piacergli l'aspirina. Tuttavia, la credenza che John abbia mal di testa è spesso giustificata dai dati comportamentali; tutto sommato può essere la migliore spiegazione dell'eziologia del suo comportamento. Non costituisce l'aspetto meno interessante di questo approccio all'epistemologia del mentale il fatto che esso dia alle attribuzioni mentali di senso comune il significato di conseguenze di modelli di ragionamento i cui diretti corrispettivi si rinvengono nella formale inferenza scientifica. L'implicazione che la costruzione delle teorie scientifiche sia, per certi rilevanti aspetti, connessa all'argomentazione di senso comune, è ritenuta plausibile da molti teorici indipendentemente l'uno dall'altro.

Dati gli argomenti epistemologici e ontologici pro TISC, cosa si può eventualmente dire a suo sfavore? Si inizierà con alcuni ragionamenti senz'altro falsi e si continuerà con altri che possono essere validi.

In primo luogo, non è possibile argomentare contro il TISC secondo le linee seguenti (benché certi filosofi abbiano tentato di farlo): «Le persone sanno di avere mal di testa; se i mal di testa si identificassero con stati cerebrali, ne deriverebbe che tutti coloro che sanno di avere mal di testa sono consapevoli di possedere un cervello; ma molte persone che sanno di avere mal di testa *non* sono consapevoli di possedere un cervello (si considerino gli aborigeni e gli uomini delle caverne); quindi i mal di testa non possono essere stati cerebrali». L'errore di questo ragionamento, da un punto di vista formale, risiede nel suo tentativo di sostituire espressioni coreferenti in un contesto intensionale (ovvero il contesto «Le persone sanno di...»): il ragionamento si fonda quindi su un appello spurio alla legge di Leibniz. Fondamentalmente l'errore s'identifica nella sua incapacità di dare una spiegazione di un fatto citato in precedenza: gli enunciati d'identità che la ricerca scientifica giustifica possono essere informativi e sorprendenti. Nessuno si scaglierebbe contro la chimica con il pretesto che, se l'acqua è H_2O, la gente che sa che nel bicchiere vi è dell'acqua deve sapere che nel bicchiere vi è H_2O.

Un argomento piú convincente è questo: benché il TISC offra una spiegazione plausibile della nostra conoscenza degli stati mentali di altre persone, è un passo arduo proporre una ricostruzione della conoscenza dei propri stati mentali. In particolare, come si è osservato in precedenza, è parsa convincente a molti teorici l'infallibilità di certe affermazioni introspettive. Ma il fisicalismo (compreso il TISC) è profondamente implicato nelle teorie causali della conoscenza. Se però la conoscenza dei nostri stati mentali è una conseguenza causale del fatto che li abbiamo, sembra allora che la conoscenza debba essere fallibile: qualsiasi effetto avrebbe potuto avere una causa diversa da quella avuta in realtà.

L'opinione personale di chi scrive è che i fisicalisti (inclusi i behavioristi e i

proponenti del TISC) non abbiano per nulla saputo trovare una via plausibile per far fronte a questa difficoltà. Un'opzione sfruttata nella letteratura fisicalistica consiste semplicemente nel negare che i rapporti mentali in prima persona abbiano un particolare status epistemico. Un argomento a favore di questa prassi è che almeno alcuni rapporti in prima persona sono abbastanza chiaramente non privilegiati; le tradizionali pretese filosofiche che la consapevolezza sia un segno invariabile del mentale furono ampiamente sopravvalutate. Ad esempio, è un luogo comune che si possa essere incerti sulle proprie intenzioni, credenze, preferenze, desideri, motivazioni, ecc., e buona parte della psicologia contemporanea concorda nell'accettare che moltissimi processi mentali che stanno alla base di quello conoscitivo, anche di routine, sono inconsci. Tutto ciò si adatta ragionevolmente al punto di vista del TISC sugli stati mentali, poiché, in questi casi, non vi è alcuna seria asimmetria epistemica fra le attribuzioni di stati mentali che si fanno ad altri e quelle che si fanno a se stessi. D'altra parte è potente l'intuizione che certune di queste asimmetrie sorgano effettivamente nel caso delle sensazioni (e, piú in generale, nel caso di qualunque stato mentale dotato di contenuto qualitativo). Anche se non sono infallibili in tali casi, non sembra che le autoattribuzioni siano spiegate naturalmente in base al modello della inferenza-da-effetto-a-causa. Si vedrà tra poco che si tratta di un caso speciale di una difficoltà piú generale; entrambe le teorie fisicalistiche – behaviorismo e TISC – hanno problemi nel trattare i *qualia*. Con quale serietà dovrebbero essere considerati questi problemi è un punto attualmente assai dibattuto tra i filosofi della mente.

Un terzo argomento che è stato proposto contro il TISC è stato accettato abbastanza largamente, anche tra i fisicalisti, da indurre una revisione delle prime affermazioni della teoria. Per individuare il problema, si immagini che qualcuno riesca infine a costruire un computer in grado di simulare adeguatamente almeno qualche capacità mentale umana; ad esempio un computer che giochi a scacchi. Si supponga inoltre (almeno per quanto si può sapere) che i processi computazionali che la macchina esamina nel «decidere» una mossa trovino stretto riscontro nei processi mentali che portano un giocatore di scacchi umano a compiere quelle determinate mosse. Si sarebbe fortemente tentati di sostenere che la persona e la macchina possiedono la medesima psicologia; in particolare, che ogni teoria psicologica che spieghi in qual modo le mosse della persona dipendano dai suoi pensieri possa parimenti spiegare come le mosse della macchina dipendano dai suoi calcoli. Simili osservazioni si applicano alle omologie psicologiche tra umani e organismi subumani e, quanto a questo, alle omologie psicologiche tra umani e marziani, nel caso che questi esistano e che la loro psicologia sia in qualche modo corrispondente alla nostra.

È però difficile scorgere una possibilità di riconciliazione fra queste considerazioni e i presupposti ontologici del TISC. Secondo il TISC, gli stati mentali sono stati neurologici. Ma come potrebbe essere vera questa affermazione se, da un lato, persone e macchine possono trovarsi nello stesso stato mentale e, dall'altro, le macchine sono prive di neuroni? I marziani e i subumani sollevano lo stesso problema in modi lievemente diversi. Infatti, si supponga che accada che, pur essendo la psicologia dei marziani alquanto simile alla nostra, la loro fisiologia sia radicalmente diversa: s'immagini, ad esempio, che i marziani siano fatti di silicio. Se sembrasse impossibile che l'omogeneità psicologica dovesse essere mediata da meccanismi fisici cosí diversi, si dovrebbe rammentare che la «convergenza» evolutiva è un fenomeno biologico ben noto. In questi casi ci si trova di fronte a pressioni selettive che producono identità di funzione organica attraverso ampie divergenze di struttura organica e storia filogenetica. Anzi, sembrano esistere evidenze di tali convergenze anche nell'attività del cervello umano. È risaputo che i meccanismi del linguaggio tendono a lateralizzarsi nell'emisfero sinistro per soggetti destrorsi e in quello destro per soggetti mancini; per di piú, un'offesa traumatica ai centri del linguaggio di bambini destrorsi si risolve tipicamente in un normale sviluppo del linguaggio, mediato però dai meccanismi dell'emisfero destro. In breve, il linguaggio sembra in grado di essere sostenuto da entrambi i sistemi neurologici certamente diversi nella posizione e probabilmente, per quanto se ne sa, differenti anche sotto molti altri aspetti. È chiaro che il TISC dovrà essere formulato in modo tale che riconosca queste possibilità, se vorrà avere buone probabilità di sopravvivere al confronto con i dati empirici.

Un consiglio utilizzabile è il seguente: distinguere fra TISC considerato come dottrina su stati, processi o eventi individuali (il cosiddetto «fisicalismo delle repliche o realizzazioni» (*token physicalism*)) e TISC considerato come dottrina sulle proprietà (il cosiddetto «fisicalismo dei tipi» (*type physicalism*)). La prima versione del TISC sostiene, ad esempio, che ogni dolore, pensiero, movente o capriccio si identifica con un certo stato di un determinato sistema neurologico. Viceversa, la seconda versione del TISC asserisce d'altra parte che la proprietà costitutiva di un dolore, pensiero, movente o capriccio si identifica con una certa proprietà neurologica. Evidentemente la seconda rivendicazione è piú forte della prima; il fisicalismo dei tipi potrebbe essere falso anche se il fisicalismo delle repliche fosse vero.

Per capire quale sorta di differenza sia qui in discussione, si considerino i presidenti degli Stati Uniti. Come dato di fatto, ogni replica del tipo 'Presidente degli Stati Uniti' si identifica con qualche individuo appartenente a una certa serie della quale George Washington e Jimmy Carter sono, rispettivamente, il primo e l'ultimo membro. Ma, naturalmente, la proprietà di essere presidente degli Stati Uniti non coincide con quella di essere un membro di questa serie. Al contrario, la proprietà di essere presidente degli Stati Uniti è (approssimativamente) la proprietà di occupare una certa carica, avere determinati poteri per i quali si è stati eletti in un certo modo... ecc. Si potrebbe dire che è soltanto un caso che coloro che sono membri della serie da Washington a Carter si identifichino con coloro che possiedono quella proprietà.

La mera possibilità empirica di macchine pensanti (se davvero le macchine pensanti sono empiricamente possibili, come presuppone la presente argomentazione) parrebbe sufficiente a confutare le versioni del TISC basate sui tipi. Infatti, se queste macchine fossero possibili, potrebbe esistere qualcosa dotato di proprietà psicologiche ma non neurologiche, e ciò sarebbe in contraddizione con l'ipotesi che le proprietà psicologiche siano proprietà neurologiche. Ma la possibi-

lità di tali macchine (o di marziani composti di silicio, ecc.) non arreca danni alle versioni della teoria basate sulle repliche o realizzazioni. Nulla impedisce di pensare che, in realtà, ogni stato mentale individuale sia un determinato stato neurologico, e nel contempo che sia possibile (e anche compatibile con la fisica) che certi stati mentali siano stati di altri tipi di sistemi fisici. In realtà nulla vieta di credere al fisicalismo delle repliche, pur ammettendo che gli stati mentali incorporei siano logicamente possibili (benché, naturalmente, non compatibili con la fisica). Non è chiaro se una versione a tipi del fisicalismo potrebbe raggiungere questo scopo; molto dipenderebbe dalla scelta della concezione dell'identità delle proprietà [cfr. Putnam 1970].

Il ricorso dal fisicalismo dei tipi a quello delle repliche sembra ragionevole data la possibilità empirica che una determinata potenzialità psicologica si attualizzi in molte varietà diverse di sistemi fisici. Si può però argomentare che in tal modo si sollevano difficoltà almeno altrettanto seccanti di quelle appianate. Infatti, si supponga che il fisicalismo delle repliche abbia ragione nel suo rifiuto di identificare le proprietà psicologiche con quelle neurologiche. Con questo presupposto, il fisicalismo delle repliche dice qualcosa su ciò che le proprietà mentali non sono, ma manca sensibilmente di specificare ciò che sono. Se, ad esempio, avere sete non è la proprietà di trovarsi in un certo stato neurologico, quale proprietà è? Si può rendere piú pressante questo problema facendo notare che sino ad ora si sono rifiutate non una ma due spiegazioni fisicalistiche di proprietà psicologiche. Infatti, si è visto che la proprietà di essere assetati non può essere una proprietà comportamentale; in particolare, non si può identificare con alcuna proprietà corrispondente all'essere disposti a produrre un comportamento di dissetamento per i motivi che si sono addotti dibattendo il behaviorismo logico. A questo punto si potrebbe iniziare a esaminare seriamente la possibilità che, contrariamente alle implicazioni dell'MSC, la sete non sia affatto una proprietà fisica, e quindi ad accettare la seria eventualità di un'ontologia basata su una specie di dualismo delle proprietà, nel quale le proprietà mentali siano *sui generis*. Prima di optare per questa teoria sarebbe però opportuno considerare almeno un altro approccio alle proprietà mentali conforme all'MSC.

Il behaviorismo implicava il tentativo di caratterizzare i tipi di stato mentale in termini di cause ed effetti caratterizzanti le repliche appartenenti ai tipi, e di muoversi inoltre sotto un vincolo operazionista autoimposto: le cause e gli effetti chiamati in causa in queste caratterizzazioni dovrebbero essere ristretti a quelli pubblicamente osservabili, ossia a stimoli e risposte. Tuttavia, poiché non sembrano esserci motivi molto validi per accettare tali vincoli, si potrebbe cercare di liberalizzare cosí il programma behaviorista: la caratterizzazione di un tipo di stato mentale (ovvero una proprietà mentale) può ricorrere a qualsiasi causa o effetto tipico delle sue realizzazioni, vale a dire sia alle loro cause ed effetti mentali sia alle loro connessioni con stimoli e risposte; ma, come nell'interpretazione behaviorista, ci si può appellare soltanto a cause ed effetti (in particolare, per motivi del genere che portano al rifiuto del fisicalismo dei tipi, non si può fare appello ai modi in cui si concretizzano fisiologicamente le realizzazioni del tipo). In effetti, secondo questo punto di vista, i tipi di stato mentale sono individuati

in riferimento al ruolo che svolgono le loro realizzazioni nella corrente di attività che media la relazione fra lo stimolo e la risposta di un organismo. La proprietà dell'essere un determinato stato mentale è la proprietà di interpretare una certa parte determinata, in altre parole è una proprietà funzionale. Forse le versioni piú sofisticate del TISC al momento disponibili mescolano una spiegazione funzionalistica delle proprietà mentali con una descrizione neurologica delle singole entità mentali. Sorge cosí il problema se questo tipo di ontologia sia o meno sostenibile.

Bisogna dire con onestà che, allo stato attuale delle cose, nessuno lo sa. Tra le considerazioni piú noiose si annoverano quelle che già si sono proposte discutendo i contenuti qualitativi. Sembra abbastanza plausibile che dei criteri funzionali possano servire per l'individuazione di atteggiamenti proposizionali, ma pare assai dubbio, nella migliore delle ipotesi, che possano servire per le sensazioni. In particolare, sembra che la possibilità di un'inversione qualitativa fornisca una specie di prova dell'esistenza di stati mentali per i quali le caratterizzazioni funzionali non possano essere disponibili. Si ricorderà che ciò che è contemplato nell'inversione dei *qualia* è precisamente il fatto che gli stati mentali di tipo diverso potrebbero essere interscambiati senza una corrispondente alterazione delle loro cause o effetti. Se però tali inversioni sono concettualmente possibili, sembra scaturirne che la distinzione in tipi degli stati mentali non può consistere nella separazione delle cause o effetti delle loro realizzazioni. Ma se questo è vero, il funzionalismo dev'essere falso.

Si giunge cosí a uno scoglio che le spiegazioni fisicalistiche del mentale non hanno ancora trovato il modo di superare; grosso modo, anche se non precisamente, si tratta del problema della coscienza: in una buona prima approssimazione ai fatti fenomenologici sembra che tutti gli stati mentali dotati di contenuto qualitativo siano coscienti. L'insuccesso delle attuali teorie del mentale nel trattare questo argomento in un qualche modo davvero soddisfacente si riscontra da ogni lato. Ad esempio si è visto che esiste una descrizione plausibile (funzionalista) dell'individuazione di stati mentali con contenuto proposizionale, ma anche che quella stessa teoria evidentemente viene meno per stati con contenuto qualitativo. Analogamente, come si è fatto notare in precedenza, vi è stato qualche progresso nella simulazione meccanica di processi psicologici implicati nella risoluzione di problemi, nell'apprendimento, nell'identificazione percettiva, nella verbalizzazione, nel ricordo, e in generale in quegli aspetti dell'attività mentale che poggiano sugli atteggiamenti proposizionali. Si può affermare, con una certa esattezza, che questo progresso è limitato, persino trascurabile se confrontato con ciò che resta da fare [cfr. Dreyfus 1971; Weisenbaum 1976]. Si ha però almeno qualche idea di ciò che significherebbe avere costruito una macchina in grado di risolvere problemi, apprendere fatti, identificare oggetti di percezione o parole; ciò che manca è la conoscenza del come costruirla. Viceversa, nel caso del contenuto qualitativo, non si è raggiunta una chiara idea dell'essenza del problema, per non parlare della natura della sua soluzione. A che cosa somiglierebbe per una macchina avere un'immagine persistente, o un dolore, o sentirsi stordita? Avendo escluso la risposta behavioristica, quella fisicalistica e quella funzio-

nalistica, sembra che ci si trovi senza alcuna chiara proposta. Appunti analoghi si possono avanzare sull'insuccesso delle indagini della psicologia contemporanea nel pervenire ad alcunché di vicino a una spiegazione di quegli aspetti del mentale nei quali è implicata la coscienza. In realtà, rappresenta un aspetto sorprendente della nostra attuale psicologia della conoscenza il fatto che la coscienza, di per sé, svolga un ruolo scarso o nullo come costruzione teorica; a questo riguardo, le teorie mentalistiche correnti sono sorprendentemente simili a quelle behavioristiche che le hanno precedute. Il piú stretto equivalente approssimato alla coscienza che si può offrire è «l'attenzione», che di solito viene analizzata nei termini di una specie di sistema di memoria a contenuto limitato [cfr. Neisser 1967].

Può darsi che, nel senso tecnico degli psicologi contemporanei, tutto ciò cui si presta attenzione sia cosciente; ma se un tale fatto esiste, nessuna delle attuali teorie psicologiche neppure cerca di spiegarlo.

Non vi è davvero fine ai problemi che i *qualia* fanno sorgere al fisicalista, per altri versi soddisfatto. Ad esempio, si potrebbe sostenere (seguendo autori quali Nagel [1974]) che le scoperte scientifiche passate, spesso scelte per fornire un precedente alla tesi dell'identità mente-corpo (la teoria cinetica del calore, la teoria chimica dell'acqua, ecc.), sono in realtà del tutto irrilevanti, poiché ciò che sensibilmente manca è un precedente per quelle identificazioni teoriche implicanti stati qualitativi. Nei casi classici, dopo tutto, non vi erano dubbi seri che le entità identificate fossero entità fisiche, ossia entità che la teoria fisica dovrebbe abbracciare. Tutto ciò che fecero i progressi scientifici fu di dire qual è in realtà il carattere fisico di queste entità presumibilmente fisiche. All'opposto, nel caso dei *qualia*, il punto in discussione è precisamente se sia possibile applicare le categorie fisiche. Il meno che si possa dire in questa direzione è che, se i casi classici sono effettivamente dei precedenti per l'identificazione mente-corpo, è difficile immaginare con precisione come si supponga che questi precedenti vengano applicati ai *qualia*.

In breve, sembra poco chiaro se si possa dare un senso a una interpretazione fisicalistica dei *qualia*. Poiché le implicazioni dualistiche di un simile riepilogo conclusivo possono apparire al lettore allarmanti e sconvenienti, si dovrebbero aggiungere due punti a scopo mitigatore. In primo luogo, questo tipo di dualismo non è di alcun conforto alle tradizionali dottrine teologiche sulla mente (e/o sull'anima). Si è visto che, anche se le proprietà mentali non sono proprietà fisiche, è senz'altro possibile che ogni entità mentale sia un'entità fisica. Il dualismo delle proprietà non implica, in breve, l'esistenza di menti incorporee, pur significando la possibilità che dovrebbero esserci tali entità (l'eventualità apparirebbe remota su basi induttive; tutte le proprietà mentali di cui si è al corrente sono fisicamente concretizzate. Inoltre, se vi sono attualizzazioni non fisiche di tipi di stato mentale, è difficile vedere come potrebbero essere diverse da quelle epifenomeniche; si sono sottolineate in precedenza le difficoltà della spiegazione di una nozione di causalità non fisica).

Il secondo punto è che le presenti considerazioni, se forniscono una prova contro il materialismo, non dànno però alcun sostegno positivo a un punto di vista ontologico alternativo. Il fatto è che i *qualia*, se sono imbarazzanti per il materialista, lo sono altrettanto per l'immaterialista. Si supponga che sia vero che non si ha alcuna idea chiara sul come potrebbero essere le entità fisiche in stati mentali coscienti, qualitativi. È altrettanto vero che non si ha nemmeno un'idea chiara del come potrebbero essere le entità *non* fisiche in tali stati. Se è un mistero il modo in cui un corpo potrebbe avere immagini persistenti, è ugualmente un mistero il modo in cui potrebbe averle una mente (o un'anima). È importante comprendere che la classica tradizione dualistica non fornisce alcuna soluzione a questo mistero, al di là del suggerimento che faccia parte della natura delle menti trovarsi in stati coscienti. Ciò significa tuttavia rifiutare il problema piuttosto che risolverlo.

In sintesi, in base alla situazione attuale, il regno mentale sembra biforcarsi in stati proposizionali e qualitativi. Si ha qualche idea sul modo in cui i primi potrebbero essere trasformati negli oggetti di una scienza compatibile con le richieste dell'MSC. Nel caso dei secondi, tanto i problemi epistemologici quanto quelli ontologici rimangono oscuri. Sembra di essere alle soglie di una psicologia degli atteggiamenti proposizionali; la psicologia della coscienza continua a sfuggirci. [J. F.].

Block, N., e Fodor, J.
1972 *What psychological states are not*, in «Philosophical Review», LXXXI, 2, pp. 159-81.

Brentano, F.
1874 *Psychologie vom empirischen Standpunkt*, Duncker, Leipzig.

Carnap, R.
1947 *Meaning and Necessity. A Study in Semantics and Modal Logic*, University of Chicago Press, Chicago 1956².

Chomsky, N.
1959 Recensione a B. F. Skinner, *Verbal Behavior*, in «Language», XXXV, pp. 26-58 (trad. it. in F. Antinucci e C. Castelfranchi (a cura di), *Psicolinguistica: percezione, memoria e apprendimento del linguaggio*, Il Mulino, Bologna 1976, pp. 21-65).

Dreyfus, B.
1971 *What Computers Can't Do*, Harper and Row, New York.

Fodor, J.
1968 *Psychological Explanation. An Introduction to the Philosophy of Psychology*, Random House, New York.
1975 *The Language of Thought*, Harper and Row, New York.

Frege, G.
1892 *Über Sinn und Bedeutung*, in «Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik», C.

Grice, H. P.
1975 *Method in philosophical psychology*, in «Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association», XLVIII, pp. 23-53.

Gundersen, K.
1970 *Philosophy and Computer Simulation*, in O. Wood e G. Pitcher (a cura di), *Ryle*, Anchor Books, New York.

Hempel, C. G.
1950 *Problems and changes in the empiricist criterion of meaning*, in «Revue internationale de philosophie», n. 11, pp. 41-63.

Hintikka, J.
1962 *Knowledge and Belief*, Cornell University Press, Ithaca N.Y.

Hull, C. L.
1943 *Principles of Behavior. An Introduction to Behavior Theory*, Appleton-Century, New York.

Humphrey, G.
1963 *Thinking*, Wiley, New York.

Katz, J. J.
1964 *Mentalism in linguistics*, in «Language», XL, pp. 124-37.

Malcolm, N.
1962 *Dreaming*, Humanities Press, New York.

Marras, A.
1972 (a cura di) *Intentionality, Mind and Language*, University of Illinois Press, Urbana Ill.

Melden, A.
1961 *Free Action*, Humanities Press, New York.

Nagel, T.
1974 *What is it like to be a bat?*, in «Philosophical Review», LXXXIII, 4, pp. 435-50.

Neisser, U.
1967 *Cognitive Psychology*, Appleton-Century-Crofts, New York.

Putnam, H.
1962 *Dreaming and "Depth of Grammar"*, in R. J. Butler (a cura di), *Analytic Philosophy*, Blackwell, Oxford.
1970 *On Properties*, in N. Rescher (a cura di), *Essays in Honor of Carl G. Hempel*, Reidel, Dordrecht.

Quine, W. van Orman
1960 *Word and Object*, Mit Press, Cambridge Mass. (trad. it. Il Saggiatore, Milano 1970).

Ryle, G.
1949 *The Concept of Mind*, Hutchinson, London (trad. it. Einaudi, Torino 1955).

Shoemaker, S.
1975 *Functionalism and qualia*, in «Philosophical Studies», XXVII, pp. 291-315.

Skinner, B. F.
1953 *Science and Human Behavior*, Macmillan, New York (trad. it. Angeli, Milano 1971).

Watson, J. B.
1919 *Psychology from the Standpoint of a Behaviorist*, Lippincott, Philadelphia.

Weisenbaum, J.
1976 *Computer Power and Human Reason*, Freeman, San Francisco.

Wittgenstein, L.
[1941-49] *Philosophische Untersuchungen*, Blackwell, Oxford 1953 (trad. it. Einaudi, Torino 1974).

L'**esistenza** di entità (cfr. **essere**) mentali, o in genere astratte (**cfr. astratto/concreto**), in particolare quelle relative al campo delle **matematiche**, contraddicono il materialismo del senso comune (cfr. **filosofia/filosofie**). Questo afferma infatti che in linea di principio il **dato** materiale (cfr. **materia**) è sufficiente a fondare ogni verità (cfr. **referenza/verità**), e che si dovrebbe poter far derivare il complesso delle conoscenze (cfr. **conoscenza**) dalla nostra **interazione** con le entità materiali (cfr. **cervello, comportamento e condizionamento, soggetto/oggetto**). Se non viene posta tale **ipotesi**, l'intera psicologia rischia di non poter venir fondata in quanto **scienza**. Per quanto riguarda la mente, si è tentato in vari modi di fornire una **spiegazione** in grado di costruire un'**equivalenza** fra l'intensionalità delle entità mentali e i dati materiali, ad esempio considerando l'intensionalità, in generale, come una relazione tra il soggetto e le proposizioni (cfr. **proposizione e giudizio**).

Malgrado le difficoltà che incontrano i tentativi di **riduzione** empirista (cfr. **empiria/esperienza**) della **rappresentazione**, oggi si è forse nelle condizioni di poter affermare che si è giunti a delineare una soluzione. Ma lo stesso non si può dire per la psicologia della coscienza propriamente detta (cfr. **coscienza/autocoscienza**).